UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1952-1953 - N° 281

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PRÉVENTION DE LA SILICOSE SUR LES CHANTIERS D'ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le Lundi 7 Décembre 1953

PAR

Roger-Emile-Armand CAYZAC

CERTIFIÉ D'ÉTUDES SPÉCIALES DE MÉDECINE DU TRAVAIL

Né à Sévérac-le-Château (Aveyron), le 19 Mai 1926.

Examinateurs de la Thèse

MM. DERVILLÉE, professeur..... *Président*

CREYX, professeur.....

L'ÉPÉE, agrégé..... *Juges*

LENG-LÉVY, agrégé.....

BORDEAUX

IMPRIMERIE E. DROUILLARD

3, PLACE DE LA VICTOIRE, 3

1953

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ MIXTE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1952-1953 - N° 281

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PRÉVENTION DE LA SILICOSE SUR LES CHANTIERS D'ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement le Lundi 7 Décembre 1953

PAR

Roger-Emile-Armand CAYZAC

CERTIFIÉ D'ÉTUDES SPÉCIALES DE MÉDECINE DU TRAVAIL

Né à Sévérac-le-Château (Aveyron), le 19 Mai 1926.

Examinateurs de la Thèse

MM. DERVILLÉE, professeur..... *Président*

CREYX, professeur.....

L'ÉPÉE, agrégé..... *Juges*

LENG-LÉVY, agrégé.....

BORDEAUX

IMPRIMERIE E. DROUILLARD

3, PLACE DE LA VICTOIRE, 3

—

1953

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYENS HONORAIRES : MM. DUPÉRIÉ, CHELLE.
DOYEN : M. PORTMANN. — **ASSESSEUR** : M. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. A. MANDOUL, GUYOT, ANDÉRODIAS, ROCHER, LANDE, DUVERGEY, CARLES, LEURET, PÉRY, LABAT, CHARRIER, DUBREUIL, CRUCHET.

PROFESSEURS :

	MM.
Clinique médicale	CREYX, BROUSTET
Clinique chirurgicale	PAPIN, MASSÉ
Clinique d'accouchements	RIVIÈRE
Clinique gynécologique	MAGENDIE
Anatomie pathologique et microscopie clinique	DE GRAILLY
Anatomie	DUFOUR
Anatomie générale et histologie	MAYER
Hygiène et Clinique de la tuberculose	PIÉCHAUD
Médecine légale et médecine du travail	DERVILLÉE
Electroradiologie et clinique d'électricité médicale	REBOUL
Chimie	MESNARD
Matière médicale	GOLSE
Pharmacie	VITTE
Physiologie	FABRE
Clinique médicale des maladies des enfants	FONTAN
Zoologie et parasitologie	SIGALAS
Pathologie générale et expérimentale	SARIC
Clinique ophtalmologique	BEAUVIEUX
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	POUYANNE
Clinique des maladies infectieuses	AUBERTIN
Chimie biologique et médicale	TAYEAU
Physique médicale et pharmaceutique	PIFFAULT
Médecine coloniale et Clinique des maladies exotiques	BONNIN
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	JOULIA
Clinique des maladies des voies urinaires	DARGET
Clinique des maladies nerveuses et mentales	DELMAS-MARSALET
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN
Toxicologie et hygiène appliquée	CASTAGNOU
Clinique odonto-stomatologique	DUBECQ
Botanique et cryptogamie	GIRARD
Thérapeutique	N...
Hydrologie thérapeutique et climatologie	DUBARRY

PROFESSEURS SANS CHAIRE :

MM. PERRENS (Maladies mentales), BLANQUET (Physique pharmaceutique).

MAITRES DE CONFÉRENCES AGRÉGÉS :

	MM.
Parasitologie	PAUTRIZEL
Physiologie	Mlle ROUGIER
Bactériologie	MOUSTARDIER
Anatomie pathologique	LÉGER
Anatomie	RIGAUD
Pharmacie (1re Section)	R. GOLSE
Pharmacie (2e Section)	MASQUELIER, QUILICHINI
Pharmacie (3e Section)	CAZAUX
Biochimie médicale	NEUZIL
Pathologie expérimentale	FAURE

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.
Médecine générale	F.-J. TRAISSAC, BERGOUIGNAN, LENG-LÉVY, LAVIGNOLLE, MORETTI, N...
Chirurgie générale	LAUMONIER, CHAVANNAZ, VILLAR, TINGAUD, DEPAULIS
Obstétrique	CHASTRUSSE, FAUGÈRE
Ophtalmologie	BESSIÈRE
Oto-rhino-laryngologie	DESPONS
Dermatologie et syphiligraphie	LE COULANT
Pédiatrie et puériculture	VERGER
Médecine légale et médecine du travail	L'ÉPÉE
Electro-radiologie	LACHAPÈLE
Odonto-stomatologie	BENOIT
Urologie	LANGE

AGRÉGÉ LIBRE :

M. MAHON (Obstétrique).

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.
Médecine opératoire	LAUMONIER
Accouchements	CHASTRUSSE
Puériculture	VERGER, PÉRY
Législation pharmaceutique	N..., COUSTOU
Anatomie	CABANIÉ
Cryptogamie	LAUBIE
Obstétricie sociale	MAHON
Organographie et physiologie végétale	TEMPÈRE
Chimie biologique analytique	MARQUEVIELLE
Chimie analytique	BABIN
Pathologie chirurgicale	LAUMONIER, VILLAR
Zoologie pharmaceutique	BAILENGER

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

En bien modeste témoignage de ma profonde reconnaissance et de ma vive affection.

A MA SŒUR, A MES FRÈRES

Qui ont partagé mes joies et mes soucis.

A TOUS MES ONCLES, TANTES ET COUSINS

Qui se sont toujours intéressés à mes études.

A MA FIANCÉE BIEN-AIMÉE

A qui, demain, j'aurai le grand bonheur de donner mon nom.

A MA FUTURE BELLE-FAMILLE

Qui a bien voulu si cordialement m'adopter.

A TOUS MES AMIS

A TOUS MES CAMARADES D'ÉTUDES

A MONSIEUR LE DOCTEUR R. NUSSBAUM

MÉDECIN CHEF DU CENTRE MÉDICO-SOCIAL DE LUZ-SAINT-SAUVEUR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Qui a bien voulu nous communiquer son importante documentation.
Sa haute compétence en matière de silicose, ses enseignements, ses conseils ont largement contribué à l'élaboration de cet ouvrage.
Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre plus vive reconnaissance.

A MADAME LE DOCTEUR NUSSBAUM - FOURNIER

Qui nous a réservé le plus aimable accueil à Luz-Saint-Sauveur, où nous avons pu réunir les éléments de ce travail.

A MONSIEUR P. EXPILLY

INGÉNIEUR CONSEIL DE L'O. P. P. B. T. P.

Dont les renseignements techniques sur la prévention de la silicose nous ont été précieux.

AU CHERS FRÈRES DES ÉCOLES CHRÉTIENNES

Avec l'expression de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS MAITRES
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE
ET DES HOPITAUX DE BORDEAUX

A NOS JUGES :

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ J. LENG-LÉVY

MÉDECIN DES HÔPITAUX

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

CROIX DE GUERRE

OFFICIER DE L'ORDRE DE LA LIBÉRATION

KING'S MEDAL FOR COURAGE IN THE CAUSE OF FREEDOM

OFFICIER D'ACADÉMIE

Hommage respectueux.

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ P. L'ÉPÉE

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE MÉDECINE LÉGALE ET MÉDECINE DU TRAVAIL

ASSISTANT DE DERMATO-VÉNÉRÉOLOGIE DES HÔPITAUX

OFFICIER D'ACADÉMIE

En témoignage de notre reconnaissance pour l'aide précieuse qu'il a bien voulu apporter à l'élaboration de cette thèse.

MONSIEUR LE PROFESSEUR M. CREYX

PROFESSEUR DE CLINIQUE MÉDICALE

MÉDECIN DES HÔPITAUX

OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

CROIX DE GUERRE

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Avec toute notre gratitude pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de juger cette thèse.

A NOTRE PRÉSIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. DERVILLÉE

PROFESSEUR DE MÉDECINE LÉGALE ET MÉDECINE DU TRAVAIL

MEMBRE DE LA COMMISSION INTERNATIONALE PERMANENTE POUR LA MÉDECINE DU TRAVAIL

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Qui a bien voulu approuver ce sujet de thèse, nous conseiller et nous aider dans notre travail.

Qu'il veuille bien trouver ici le témoignage de notre gratitude et de nos sentiments respectueux.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA PRÉVENTION DE LA SILICOSE
SUR LES CHANTIERS D'ÉQUIPEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE

INTRODUCTION

« Il est un peu humiliant, pour des hommes qui se croient dans un siècle de progrès, de constater qu'il n'est pas encore possible de jouir de la lumière ou de la force électrique sans que les hommes soient exposés, par le travail nécessaire à ces productions, à la souffrance, à la maladie, et notamment à la silicose, cet empoussiérage des poumons qui parfois les fait mourir. »

Telle était, à la suite d'un débat sur la silicose, la conclusion pessimiste de M. Caloni, Secrétaire général du Comité National de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics (janvier 1950).

Cette humiliation demeure : en France, la silicose est devenue depuis quelques années la plus importante des maladies professionnelles des ouvriers des travaux publics, par suite du percement de nombreuses galeries d'adduction d'eau prévu par le nouveau plan d'équipement hydro-électrique du pays. Chaque année, malgré les moyens de prévention mis en œuvre sur tous les chantiers, la maladie prend de plus amples proportions et, comme de toute évidence l'équipement hydroélectrique de la France et du monde entier n'a pas épuisé toutes ses possibilités, bien des kilomètres de galerie seront percés, de nouveaux barrages seront édifiés, dans les années à venir, et bon nombre de silicoses seront peut-être la rançon de ce qu'il est convenu

d'appeler le confort moderne dans lequel l'électricité prend une part de plus en plus grande.

Quatre pour cent seulement des ressources hydrauliques mondiales sont actuellement utilisés. La production électrique double tous les dix ans environ et beaucoup de pays ont intérêt à réduire au minimum leur consommation de combustible marchand. C'est dire que l'électricité de source thermique (50 % en France) devra diminuer au profit de la houille blanche au fur et à mesure des aménagements. Si quelques pays tels que la Norvège, la Suisse, l'Italie voient la houille blanche entrer pour une part de 90 % dans leur production électrique, la France, qui n'est pas la moins favorisée par la nature, n'exploite que 30 % de l'énergie de ses cours d'eau estimée à 70 milliards de kw/h.

Sur le plan mondial, on envisage déjà la possibilité de transport, à grandes distances, de l'énergie des immenses réservoirs non encore exploités, tels que ceux de l'Afrique ou du continent asiatique, énergie qu'il serait sans doute difficile d'utiliser sur place. De plus, les usines hydrauliques une fois créées, il est facile et peu coûteux de les entretenir.

C'est à un rythme de plus en plus accéléré que l'équipement hydroélectrique devra se poursuivre. Le danger de silicose demeure donc plus menaçant que jamais, car si l'aménagement a porté jusqu'ici sur les parties accessibles des cours d'eau, il va sans dire qu'au fur et à mesure de sa progression il faudra creuser un plus grand nombre de galeries, construire de multiples barrages en région montagneuse, broyer et concasser des tonnes de rocher, c'est-à-dire empoussiérer de nombrux chantiers où la silice est presque toujours présente.

C'est la silice, en effet, et la silice libre finement pulvérisée, qui, à plus ou moins longue échéance, provoque chez les mineurs au rocher cette redoutable maladie professionnelle dont le début est silencieux et la marche inexorablement progressive.

Que savons-nous de la pathogénie et des tout premiers symptômes de la silicose ? Peu de choses en vérité. Nous ne disposons pour la combattre d'aucun moyen médical, tant prophylactique que curatif.

Seuls demeurent, actuellement, pour enrayer le mal, les moyens techniques et médicaux de prévention. C'est de prévention que nous devons parler, puisqu'aussi bien c'est le seul moyen qui nous reste, nous bornant à l'étude du risque silicotique sur les chantiers d'équipement hydro-électrique dans les conditions habituelles de travail aux postes exposés.

Diminuer et, si possible, supprimer en totalité les poussières de la galerie, tel est le but des moyens techniques collectifs de prévention. Les moyens individuels, appareils respiratoires ou masques à poussières, complètent l'efficacité de ceux-ci en empêchant l'inhalation de particules siliceuses dans un milieu malgré tout empoussiéré.

La prévention médicale n'est, à proprement parler, qu'un moyen passif de combattre la silicose en éliminant à l'embauche les sujets tarés ou prédisposés, en surveillant périodiquement l'évolution de l'image radiologique pulmonaire pour dépister au plus tôt toute silicose débutante.

Nous nous baserons, pour ces diverses études relatives à la prévention, sur les expériences faites sur les chantiers d'équipement hydroélectrique, et en particulier sur les chantiers actuels des Hautes-Pyrénées.

Nous essayerons, pour conclure, de dégager les principes généraux d'une bonne prévention de la silicose sur ces chantiers, compte tenu des moyens techniques et médicaux actuellement connus et utilisés.

LE RISQUE SILICOGÈNE

I. — GÉNÉRALITÉS

La silicose est le risque majeur encouru sur les chantiers d'équipement hydroélectrique. Ces chantiers nous éloignent des conditions habituelles de travail des ateliers d'usine et la main-d'œuvre, elle-même, présente des caractères bien particuliers qui nous feront comprendre la réelle difficulté et la nécessité d'une adaptation des moyens ordinaires de prévention, tant techniques que médicaux.

A. — Caractères des chantiers

Schématiquement, une usine hydraulique se compose des ouvrages suivants :

— Un barrage de prise d'eau sur la rivière dont on veut capter la puissance à une certaine altitude. Cet ouvrage peut être un barrage de retenue.

— Un canal d'amenée dans lequel sont dérivées les eaux (canal à ciel ouvert ou, le plus souvent, galerie dans le rocher) terminé par une chambre d'expansion ou chambre de mise en charge facilitant le départ de l'eau dans les conduites forcées. Bien souvent, la galerie est pourvue d'une cheminée d'équilibre, puits vertical destiné à éviter les surpressions au moment des variations de débit.

— Une conduite forcée, en acier ou béton armé, mettant l'eau sous pression depuis la chambre d'expansion jusqu'à l'usine, suivant la ligne de plus grande pente de la montagne.

— L'usine elle-même et un canal de fuite qui restitue les eaux dans le lit naturel de la rivière.

Pour mieux adapter la production à la consommation et ne rien perdre de la force hydraulique, on est amené à constituer des réserves dans un lac naturel ou artificiel par pompage ou siphonage, en captant les eaux des divers bassins versants voisins, d'où multiplicité de barrages et de galeries.

Multiplicité aussi des chantiers, car il va sans dire que ces divers ouvrages sont entrepris simultanément : ici s'amorcera l'attaque d'une galerie, là sera creusée la chambre souterraine d'une usine, tandis qu'ailleurs encore s'édifiera des années durant l'immense voûte d'un barrage de retenue. Cette dispersion atteint parfois un rayon très important. C'est ainsi que le groupe des chantiers de Luz (Hautes-Pyrénées) est desservi par quelque 60 km de routes dont une vingtaine ont dû être construits pour le besoin des travaux.

Situées entre 1.600 et 2.200 m d'altitude, dans deux importants massifs d'accès difficile, les attaques de galerie sont reliées à ces routes par des moyens divers : pistes muletières, funiculaires, plans inclinés, téléfériques.

Si l'Electricité de France est le maître de l'œuvre de la presque totalité des chantiers de travaux publics en montagne, de multiples entreprises, travaillant simultanément ou se succédant, se partagent les travaux; encore devront-elles, pour certains stades d'aménagement (téléfériques, conduites forcées), s'adresser à des sous-traitants.

En raison des intempéries, de la neige, du risque d'avalanche, les travaux seront accélérés durant les quelques rares mois d'été. Une « campagne » dure du 1er juin au 30 octobre. Seules, quelques perforations seront poursuivies au ralenti pendant l'hiver.

Enfin, ces chantiers, constitués le plus souvent de quelques barraquements en planches, disparaissent avec la fin des ouvrages qui auront demandé de quelques mois à quelques années de travail.

C'est surtout ce caractère temporaire qui retiendra notre

attention. Le provisoire étant peu compatible avec une technique sérieuse de prévention, celle-ci sera souvent considérée par les entrepreneurs comme un problème de second ordre.

B. — Caractères de la main-d'œuvre

Ce sont ceux de la main-d'œuvre des travaux publics en général. C'est avec une facilité déconcertante que les ouvriers, tels les anciens Compagnons du tour de France, passent d'un chantier à un autre, d'une région à une autre. Le mineur spécialisé préférera, par exemple, quitter le chantier sitôt la perforation terminée, pour continuer ailleurs son même travail en galerie.

Le Docteur Bouchard a calculé que les soixante-deux premiers silicotiques dépistés par lui sur les chantiers de la Haute-Isère totalisaient ensemble sept siècles de travail en galerie, mais qu'ils n'avaient passé que cent trente ans sur ses chantiers.

D'autres travailleurs, par contre, feront sur le même chantier tous les cycles d'aménagement; employés successivement à la construction de routes ou de barraquements, nous les retrouverons en galerie depuis la perforation jusqu'au bétonnage.

Au petit groupe des mineurs professionnels des travaux publics ont dû s'ajouter, vu l'ampleur des projets, de nombreux travailleurs occasionnels, et la presque totalité de la main-d'œuvre se recrute sur place. Il est fréquent de trouver sur nos chantiers des jeunes agriculteurs des environs qui, après quelques mois de travail, retournent à leurs champs. Instabilité d'autant plus grande que la vie isolée en altitude est difficilement supportée par certains.

Les besoins en effectifs sont très variables selon les saisons, les cycles d'aménagement, et le personnel des chantiers subit d'importantes fluctuations en cours d'année. Pour donner une idée de cette instabilité et de cette extrême mobilité, jetons un regard sur les statistiques

du Docteur Nussbaum, médecin du travail des chantiers de Luz, relatives au mouvement du personnel durant l'année 1951 : si 7,9 % des travailleurs qui se sont présentés à lui ont été déclarés inaptes, 23 % ont quitté les chantiers, 55 % ont changé de poste et 14 % seulement sont demeurés mineurs.

Autre caractère de cette main-d'œuvre, du moins sur les chantiers pyrénéens, c'est actuelement le nombre important de travailleurs étrangers. Des 900 mineurs du groupe des chantiers de Luz sur lesquels nous avons basé cette étude, nous dénombrons 40 % d'Espagnols, 33 % de Français, 17 % de Nord-Africains, 8 % de Portugais et Italiens et 2 % de travailleurs de nationalités diverses. Les ouvriers espagnols sont pour la plupart d'anciens militaires républicains réfugiés en France en 1939. Depuis 1950, l'élément nord-africain a pris de plus en plus d'importance (22,3% des embauches en 1951), posant des problèmes sociaux souvent difficiles à résoudre.

De tous ces caractères, retenons surtout l'instabilité et l'extrême mobilité de la main-d'œuvre; d'où la compréhensible difficulté d'une médecine de prévention appliquée à ces chantiers.

C. — Généralisation du risque

C'est la silice, et la silice libre des roches, qui est incriminée dans la silicose. « Partout où il y a de la silice libre, il existe des cas de silicose; quand elle fait défaut, quelle que soit l'abondance des poussières, la silicose n'existe pas. » (Docteur Langeles.)

Selon Clarke, la silice entre pour la plus grosse part dans la composition moyenne de l'ensemble de la croûte terrestre :

SiO_2	59,77 p. 100	Na_2O	3,25 p. 100
Al_2O_3	14,89 —	K_2O	2,98 —
Fe_2O_3	2,69 —	H_2O	2,02 —
FeO	3,39 —	MgO	3,74 —
CaO	4,86 —		

L'importance du risque de silicose pourrait être évaluée, semble-t-il, par une étude de la répartition de la silice dans l'ensemble des roches de la lithosphère. Très répandue dans les roches éruptives et métamorphiques qui représentent 95 p. 100 de l'écorce terrestre, la silice libre est également présente dans nombre de roches sédimentaires.

Le quartz contient	99 p. 100	de silice;
Le silex contient	95 —	—
Le grès contient	80 —	—
Le kaolin contient	50 —	— .

Il semblerait qu'une roche est d'autant plus dangereuse que sa teneur en silice est plus élevée. Certains auteurs, tel le Docteur Van Mechelin, attribuent à chaque roche un coefficient de nocivité : 1 pour le quartz; 0,7 pour le feldspath; 0,2 pour le kaolin, par exemple. Pour obtenir la mesure du danger silicotique, il suffirait de multiplier la teneur des différents constituants par le coefficient de nocivité de chacun d'eux. Mais le percement de kilomètres de galeries en massif montagneux se fait le plus souvent au travers de roches minéralogiquement très variées, et la détermination du risque selon ce procédé peut y paraître difficile. Ce risque est d'ailleurs fonction de la production de poussières de silice. La proportion de poussières siliceuses obtenue n'est pas toujours en rapport avec la teneur en silice de la roche perforée.

Retenons de tout ceci l'importance de la silice dans les roches de la lithosphère. Toute perforation importante en terrains variés présentera nécessairement un danger de silicose. Le risque est donc généralisé à tous les chantiers d'équipement hydroélectrique et à tous les ouvriers qui s'y fixent plus ou moins longtemps; c'est, en quelque sorte, à l'échelle d'un unique grand chantier qu'il sera nécessaire d'organiser la prévention de la silicose.

II. — POSTES PARTICULIERS

Si tous les chantiers d'équipement hydroélectrique sont soumis au même risque de silicose, il n'en demeure pas moins vrai, cependant, que certains postes de travail sont particulièrement exposés.

Les concasseurs. — Edifier un barrage ou une usine hydraulique demande des tonnes de béton. Le barrage de Cap-de-Long, par exemple, toujours dans le cadre des chantiers de Luz, a nécessité 270.000 mètres cubes de béton pour une retenue de 67 millions de mètres cubes d'eau. Ce béton est obtenu par concassage des pierres d'une carrière ou des déblais de galeries situées à proximité. Les ouvriers employés aux chantiers de concassage ou de criblage sont évidemment exposés aux poussières, mais si le risque est pour ainsi dire le même qu'en galerie, c'est surtout de celle-ci que nous devrons nous préoccuper en raison de la formation de poussières en vase clos.

La galerie. — Capter les eaux de divers bassins versants, les collecter et les stocker dans un réservoir suppose la perforation de kilomètres de galerie dans le rocher. Ces galeries ont des longueurs et des sections variables. La galerie Isère-Arc, entre Aigueblanche et Aiguebelle, en Savoie, a une section de 40 mètres carrés et une longueur de 14 kilomètres sans communication avec l'extérieur. Mais, le plus souvent, les galeries normales ont une section variant entre 3 et 30 mètres carrés, et les longues galeries sont ouvertes à l'extérieur, tous les 2 à 4 kilomètres, par des « fenêtres » qui facilitent grandement la perforation. C'est d'ailleurs souvent par chacune de ces fenêtres que la galerie est amorcée.

III. — LES STADES DE PERCEMENT

A la perforation proprement dite menée le plus rapidement possible et qui donne une section grossièrement cylindrique ou en fer à cheval à la galerie, succède le réglage. Le réglage est l'ensemble des travaux latéraux qui donneront à la galerie son profil définitif. Réglage et perforation peuvent être menés de front. Lorsque la roche perforée n'est pas suffisamment imperméable et que la galerie, par suite d'une certaine dénivellation, doit être en « charge », on est amené à bétonner la galerie.

Méthode générale de perforation

L'attaque d'une galerie dans le rocher, nous l'avons vu, débute par une ou plusieurs fenêtres. Ces fenêtres, placées si possible dans un lieu accessible de la montagne où pourront s'installer hommes et matériel, facilitent énormément le travail de perforation. D'une part, elles permettent un percement plus rapide de la galerie, chaque tronçon situé entre deux fenêtres étant confié à une entreprise. D'autre part, la fenêtre permet une plus facile évacuation des déblais en raccourcissant les déplacements nécessaires. Enfin, elle assure une meilleure aération naturelle d'une plus courte portion de galerie.

La perforation. — Pour creuser dans le rocher un tunnel de grande section, il est nécessaire d'utiliser un moyen brutal : l'explosif. Cet explosif est placé assez profondément dans des trous de mine dont la situation et le nombre sont calculés pour telle forme ou telle section de galerie.

Le forage des trous de mine se fait à l'aide de marteaux perforateurs. Il en existe divers modèles : marteaux individuels montés sur affût; super-marteaux ou marteaux groupés en batterie sur un appareil mobile appelé « jumbo ».

Il y a des jumbos à dix, douze et même quatorze marteaux. Tous sont mus à l'air comprimé et font tourner, frapper et avancer des fleurets à tête coupante forgée dans la masse ou rapportée. Un taillant de fleuret doit toujours être très coupant et, pour éviter l'affûtage fréquent, on emploie de plus en plus des taillants rapportés en carbures métalliques très durs.

Les explosifs sont choisis en fonction de la roche à perforer.

Le tir, pratiqué par un ouvrier spécialisé, n'a lieu que lorsque les mineurs ont rejoint, à quelques centaines de mètres à l'arrière, leur niche de sécurité.

Le marinage. — Après la volée, les mineurs procèdent à l'enlèvement des déblais ou marinage. Il se fait actuellement à l'aide de pelles mécaniques à grand rendement. Les déblais, chargés sur wagonnets, sont acheminés par tracteurs vers la fenêtre et rejetés au dehors. Ils servent parfois à la fabrication d'agrégats dans un chantier de concassage.

Le réglage est rarement pratiqué lors de l'avancement.

Le personnel actif réparti sur le front d'attaque est en général de huit à quinze hommes. Le plus souvent, le travail se poursuit jour et nuit, en trois postes de huit heures. Chaque poste comprend en général trois cycles : perforation (deux heures et demie), tir (une heure), marinage (trois heures et demie), et débutera par exemple sitôt après l'évacuation des fumées de tir (demi-heure).

Dans ces conditions de travail, avec le matériel couramment employé, on fait environ 150 mètres d'avancement par mois dans une galerie de moyenne importance. (Dans l'Owens Gorge Project, en Californie, on a pu enregistrer des avancements de 12 mètres pour un poste de huit heures et de 750 mètres par mois. Mais pour arriver à de telles performances, il faut un outillage puissant, un parfait rodage du personnel et une grande organisation.)

IV. — INCIDENCE DE CES DIVERS ÉLÉMENTS SUR L'EMPOUSSIÉRAGE

Nous supposerons la galerie démunie de tout moyen d'abatage des poussières. Dans ces conditions, la production de poussières reconnaît plusieurs sources principales.

Le forage des trous de mine par les marteaux produit une appréciable quantité de poussières. Il s'agit de forer en moyenne une trentaine de trous, plusieurs marteaux travaillant simultanément sur le front d'attaque. Le marteau, nous l'avons vu, procède par percussion, à raison de 1.500 à 2.000 coups par minute, le fleuret tournant à 150 tours/minute environ. On peut calculer, par exemple, que pour une percussion de 1.800 coups minute, le fleuret frappe la roche en tournant chaque fois de 30°. La rotation optimum est celle qui cisaille et détruit toute la roche placée entre deux percussions. C'est celle qui produit les déchets les plus gros. Si la rotation est plus importante, le fleuret frappant tous les 50°, par exemple, il faudra repasser pour broyer la roche. Si elle est inférieure à la rotation optimum, le fleuret brisera inutilement la roche, produisant une plus grande proportion de fines poussières. Comme disent alors les mineurs, d'une façon imagée, le marteau « farine », surtout si la roche relativement tendre se laisse plus facilement broyer par un taillant plus ou moins émoussé.

Les poussières produites envahissent la zone du front d'attaque, gênant même la visibilité. On a pu dénombrer, par litre d'air, jusqu'à 5 ou 6 millions de particules de l'ordre du micron (32 millions de particules inférieures à 5 μ). Les poussières du cycle perforation envahissent rapidement la galerie et, à 65 mètres du front, on a compté, pendant le forage des trous de mine, 8 à 9 millions de particules du même ordre.

Production de poussières plus importante encore lors de la volée. Immédiatement après le tir, on trouve, par litre d'air, entre 50 et 150 millions de particules inférieures à 5 μ. A ces poussières s'ajoutent les fumées de tir qui sont les produits gazeux de combustion des explosifs.

Si la réaction explosive était complète, les produits gazeux obtenus ne présenteraient qu'un faible danger. Dans ce cas, la nitroglycérine, par exemple, ne donnerait que : CO_2, H_2O, N et O_2. Mais, le plus souvent, la réaction est incomplète et les constituants gazeux réagissent les uns sur les autres pour former d'autres gaz plus dangereux : CO et produits nitreux notamment. Dans les ratés de détonation par défaut d'amorçage, par déflagration ou combustion, la composition des gaz se modifie encore : la proportion de produits nitreux peut devenir dangereuse, la transformation de NO en NO_2 moins nocif ne se faisant que très lentement. Cette composition varie encore selon les explosifs employés.

Quoi qu'il en soit, le « bouchon » constitué de poussières et de gaz nocifs se dilue presque instantanément après la volée. Il occupe, après le tir, 50 à 55 mètres, quelles que soient la section de la galerie et la quantité d'explosifs employés. Ce bouchon se déplace lentement par diffusion dans la galerie, et occupe, après trois heures, un espace de 150 mètres. La teneur en gaz nocifs n'est pas la même tout d'abord; plus faible dans l'extrémité du front d'attaque, elle ne devient constante qu'au bout de quatre heures environ. Les poussières du bouchon sont toujours très importantes : huit minutes après le tir, en plein bouchon, à 200 mètres du front, on trouve encore 50 millions de particules au litre. Selon le Professeur Raymond, ces particules, de l'ordre du micron, doivent être considérées comme un gaz, ce qui permettra, au point de vue prévention technique, d'évacuer poussières et fumées de tir selon les mêmes procédés.

Le marinage, surtout s'il est mécanique, est aussi une

source importante de poussières. Pour accélérer le rendement de chaque cycle, il faut que ce déblaiement soit vivement conduit : on emploie pour cela des pelles rapides et puissantes, à bandes transporteuses, telles que les « Aimco 40 », mues pneumatiquement. Les poussières se produisent surtout au pelletage, au déversement sur le tapis et dans les wagonnets. On compte en moyenne, lors de cette opération, et par litre d'air, 8 à 9 millions de particules inférieures à 5 μ. L'ancien ramassage à la main faisait assez peu de poussières, mais il avait l'inconvénient de fatiguer rapidement les mineurs et de provoquer chez eux une dyspnée augmentant la ventilation pulmonaire et, par conséquent, l'inhalation de particules nocives.

Toutes ces opérations : forage des trous de mine, tir et marinage se font à proximité du front d'attaque, c'est-à-dire dans le cul-de-sac de la galerie en cours d'avancement. C'est là que les poussières seront les plus denses. Mais la galerie elle-même, où circule l'air venu de la fenêtre, est progressivement empoussiérée à son tour par la dilution des bouchons successifs. La poussière déposée sur les parois par le tir et le marinage peut être soulevée, dans une galerie sèche, par le passage rapide des convois. On a, de plus, pris la fâcheuse habitude de pratiquer les travaux de réglagle lorsque le front est déjà loin et que les bétonneurs suivent de près. Là aussi, marteaux individuels et tirs réduits augmenteront, à des niveaux divers, l'empoussiérage de la galerie. Une pratique fâcheuse aussi, lors du bétonnage, c'est le « soufflage » des parois rocheuses derrière les coffrages. Elle a pour but (et inconvénient) d'enlever toute poussière pour permettre une meilleure prise du béton.

C'est dire que ce ne sont pas seulement les bowetteurs, comme on appelle les mineurs du front d'attaque, qui sont exposés au risque de silicose, mais, à un moindre degré, tout le personnel de la galerie : aides-mineurs, convoyeurs et bétonneurs.

PRÉVENTION TECHNIQUE

C'est, par opposition à la prévention médicale de la silicose, l'ensemble des moyens « actifs » que l'ingénieur peut mettre en œuvre pour diminuer et, si possible, supprimer toute production de poussières nocives dans la galerie (prévention collective), ou empêcher leur inhalation (prévention individuelle).

I. — GÉNÉRALITÉS

Les poussières nocives sont, nous l'avons vu, les particules de silice libre qui pénètrent dans l'appareil respiratoire du mineur; mais si c'est là une notion qualitative indéniable du danger, il nous manque toutes les données numériques pour apprécier au mieux le risque de silicose.

Ces données nous seront fournies par la mise au point, en quelque sorte officielle, de la conférence de Sydney sur la silicose, qui a réuni, le 28 février 1950, un Comité d'experts de toutes les nations.

A. — Dimension des particules nocives

On admet que les particules supérieures à 5 ou même 3 μ sont retenues dans les voies aériennes supérieures. Seules les plus petites particules pénètrent dans les alvéoles, mais pas en totalité; une partie est rejetée avec l'air expiré. La rétention des particules se fait suivant une courbe débutant aux environs de 2 μ, atteignant un maximum pour les

particules de 1 μ et retombant près de zéro aux environs de 1/4 de μ, c'est-à-dire pour les particules situées à la limite du pouvoir séparateur du microscope optique (Hacht).

Quant aux particules plus fines, ultra-microscopiques, on pensait qu'elles pénétraient bien dans les alvéoles pulmonaires, mais n'y étaient pas retenues et en étaient expulsées en totalité avec l'air expiré. En fait, certains auteurs, comme Policard, s'aidant du microscope électronique, ont trouvé dans les coupes de poumon nombre de particules submicroniques.

Hacht a montré qu'il existe aussi une courbe de rétention de ces particules qui débute vers 1/4 de μ, atteint un maximum et redescend vers 0 à 0,0013 μ. Il attribue cette fixation aux mouvements browniens.

Ces particules ultra-microscopiques paraissent avoir un pouvoir nocif : une injection intraveineuse entraîne presque immédiatement la mort des animaux. Inhalées, ces particules provoquent dans le poumon de l'animal une réaction uniformément diffuse qui fait nettement contraste avec le fibro-nodule qu'entraîne l'inhalation de particules de l'ordre du micron.

Sans vouloir entrer dans le détail des hypothèses pathogéniques, disons que certains auteurs, se basant sur la différence d'action des particules selon leur dimension, ont voulu voir dans la silicose une maladie générale à symptomatologie essentiellement pulmonaire. Supprimer les particules de l'ordre du μ serait peut-être supprimer la production d'images radiologiques pulmonaires, mais sans doute pas toute la maladie.

Retenons de tout ceci le rôle essentiel des plus fines particules et des poussières ultra-microscopiques, c'est-à-dire des aérosols. (Au-dessous de 3 μ, on ne peut déjà plus parler de poussières.) Or, les aérosols ont tendance à se comporter comme des gaz. C'est là une notion qui devra dominer toute la prévention technique.

B. — Granulométrie. Prélèvements

Pour apprécier l'efficacité d'un moyen quelconque de prévention, il est nécessaire d'évaluer, avant et après son emploi, l'empoussiérage de la galerie. Pour évaluer scientifiquement cet empoussiérage, on a successivement proposé plusieurs tests de nocivité : poids en mg de poussières par m^3, surface totale des poussières dans un volume déterminé d'atmosphère, nombre de particules par litre d'air. On admet communément que le danger silicotique peut être relié au nombre de particules. On peut, de cette façon, ne compter que les particules inférieures à 5 μ réputées dangereuses, tandis que l'évaluation pondérale des poussières ne donne aucune idée du danger réel. Dans un même poids de poussières, il peut y avoir peu de grosses poussières non dangereuses ou une multitude de petites particules nocives.

Mais compter toutes les poussières inférieures à 5 μ, hormis le cas où toutes ces particules sont siliceuses (quartz), ne donne pas encore une évaluation précise du danger. La roche perforée est le plus souvent formée de plusieurs constituants dans lesquels la silice n'entre que pour une part plus ou moins grande. Il en résulte ce que Gardner appelle des « poussières combinées » et la proportion de particules siliceuses n'a bien souvent aucun rapport avec la teneur en silice de la roche broyée. Hacht a montré qu'un échantillon de grès contenant plus de 90 p. 100 de silice libre pouvait, au broyage, ne donner que 25 p. 100 de particules de silice inférieures à 5 μ. Les grains de silice plus durs que la gangue de silicates qui les enrobe se laissent plus difficilement broyer.

On ne peut donc déduire de la teneur en silice de la roche, facile à déterminer par moyens physiques ou chimiques, la proportion de particules nocives de silice libre. Il faudrait pouvoir compter, parmi les poussières combinées inférieures à 5 μ, les particules siliceuses. C'est assez

difficile. On a essayé cette discrimination par spectrographie, cristallographie, identité d'indice de réfraction. On ne peut généraliser ces méthodes, pas plus qu'on ne peut généraliser l'emploi du microscope électronique pour compter aussi les particules ultramicroscopiques. Pour celles-ci, on peut penser qu'il existe une relation entre leur nombre et celui des fines particules dans un même volume (s'il y a une dizaine de millions de fines particules dans une galerie, il doit y avoir aussi un chiffre très élevé de particules ultramicroscopiques).

On voit combien il est difficile d'établir un test de nocivité en se basant sur les deux seules données pathogéniques : nocivité de la silice libre et dimension des particules nocives.

Malgré tout, ce test est nécessaire pour évaluer grossièrement le risque et mesurer l'efficacité d'une prévention. S'il ne peut être précis, il faut au moins le normaliser sur le plan international. Le manque de standardisation des appareils et des méthodes est le principal obstacle à la progression des études techniques concernant la silicose. C'est ainsi que chaque appareil de prélèvement a son pays de prédilection : les impingers sont employés surtout en Amérique, les konimètres et compteurs de particules genre Schultze en Allemagne, les précipitateurs thermiques ou électrostatiques en Angleterre, les filtres de toutes sortes un peu partout. C'est dire que, jusqu'à présent, les chiffres des uns, à moins de réajustements savants, n'ont rien pu signifier pour les autres.

En France, l'appareil A. R. N. (Avy, Raillères), du Laboratoire du Bouchet, semble destiné à devenir l'appareil standard de prélèvement des poussières. L'Institut National de Sécurité pour la Prévention des Accidents du Travail et des Maladies professionnelles a décidé de l'adopter pour faire procéder, avec le concours des Services de Prévention des Caisses Régionales de Sécurité Sociale, aux prélèvements de poussières dans les atmosphères de travail. Cet

appareil est basé sur l'emploi de filtres constitués par un feutrage de fines aiguilles de tétrachloronaphtalène. Soluble dans la plupart des solvants organiques, le filtre restitue ainsi les poussières minérales fixées lors du prélèvement. L'air empoussiéré est aspiré au travers du filtre, soit par une trompe à air comprimé, soit par un aspirateur électrique. Un débitmètre permet de mesurer le volume d'air dont on a filtré les poussières. Il est conseillé de faire un prélèvement d'autant plus important que l'atmosphère paraît moins empoussiérée : ceci pour que le fond de poussières, déposé inévitablement sur le filtre lors de sa fabrication, ne soit comparativement aux poussières prélevées une trop grossière cause d'erreur.

Nous avons pu, à l'aide de cet appareil, effectuer quelques prélèvements dans l'une des galeries de l'aménagement du Gave de Pau. Rapidement branché sur les prises d'air comprimé de la galerie, il est d'un maniement relativement facile. Les filtres numérotés sont expédiés au Laboratoire du Bouchet qui possède un service chargé de l'examen des prélèvements selon des méthodes elles-mêmes standardisées.

En galerie, le Service de Prévention et de Sécurité de l'Electricité de France, dans sa note du 20 juin 1952, conseille de faire au moins deux prises par cycle. D'abord dans la zone du front de taille (cycle perforation, cycle chargement, cycle tir, cycle précédant le marinage et cycle marinage). On effectue les prélèvements à hauteur d'homme, le plus près possible des mineurs, dans l'axe et en arrière. Pour le cycle tir, il faut se munir d'un masque filtrant à CO dans les cinq premières minutes après la volée.

On effectue ensuite les mesures en galerie, à 900 mètres du front, une heure après chacune des prises précédentes.

Chaque chantier ayant ses caractéristiques propres, il serait utile, outre les filtres de prélèvement, de fournir au laboratoire d'autres indications ; constitution géologique du

terrain, genre de ventilation employée dans la galerie, taux d'humidité, prévention technique utilisée. Cela permettrait des comparaisons à l'échelle nationale.

Le laboratoire répond en donnant, par litre d'air, le poids total des poussières, la numération des poussières au-dessous de 5 μ, la numération des aérosols de 0,2 à 5 μ. C'est ce dernier chiffre que l'on retient en général.

Notre test de nocivité ainsi normalisé permettra d'établir une échelle de correspondance du risque en fonction de l'empoussiérage. On pourra dire, par exemple, que telle galerie est plus nocive que telle autre, que telle méthode de prévention est plus efficace que telle autre.

C. — Seuil de nocivité

Mais, ce qu'il sera difficile d'établir, c'est le seuil de nocivité, c'est-à-dire l'empoussiérage minimum, évalué par notre test, à partir duquel la galerie cessera d'être dangereuse. Il est bien souvent difficile de fixer le seuil de nocivité des toxiques les plus violents dont l'action physiologique est cependant bien connue et qu'il est facile de doser dans l'atmosphère. Les chiffres que donnent différents auteurs ne sont pas toujours concordants et, cependant, dans ce cas, l'apparition des premiers symptômes sur lesquels on se base pour fixer la concentration minimum dangereuse du toxique est presque immédiate. Pour la silicose, par contre, et malgré un empoussiérage massif, ces premiers symptômes ne sont décelés qu'au bout de cinq, dix ou même vingt années d'exposition au risque. En matière de silicose, en effet, intervient le facteur temps, plus important à connaître que la notion quantitative de poussières inhalées. Un séjour de quelques semaines dans un empoussiérage massif pourra ne pas avoir de conséquences fâcheuses, tandis qu'une exposition prolongée dans une atmosphère peu empoussiérée provoquera l'apparition d'une silicose. S'il est nécessaire pour le technicien de la prévention de chiffrer le risque, le médecin du travail

envisagera surtout le temps d'exposition en galerie pour évaluer le danger de silicose.

Quoi qu'il en soit, pour jeter les bases d'une prévention technique, on prend communément le chiffre de 200.000 particules entre 5 et 0,2 μ au litre, comme seuil de nocivité. (L'Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics prend pour seuil de nocivité le chiffre de 250.000 particules au litre, entre 3 et 0,35 μ, pour deux cents heures de travail par mois.)

Malgré les moyens mis en œuvre, les concentrations en particules nocives des divers chantiers sont encore bien au-dessus de ce critère plus ou moins factice, et son imprécision ne peut gêner la prévention.

II. — PRÉVENTION. TECHNIQUE COLLECTIVE

Elle a pour but d'empêcher ou diminuer, à la source, toute production de poussières et d'évacuer de la galerie les poussières malgré tout formées.

Elle devra, comme on élimine un gaz nocif, éliminer non seulement les grosses poussières visibles, mais aussi — et surtout — les aérosols dangereux.

A. — Lutte contre les poussières a leur formation

Nous avons reconnu plusieurs sources principales de poussières dans le percement d'une galerie. La technique s'efforcera de les supprimer, ou tout au moins de diminuer leur importance.

Poussières de la perforation. — On a pu tenter le forage des trous de mines par moyens chimiques ou thermiques (lance à oxygène). Ils présenteraient l'avantage d'éviter la formation de poussières, mais ne sont pas encore utilisables en galeries. Marteaux pneumatiques et fleurets, malheureusement générateurs de poussières, sont le seul procédé de perforation utilisé sur les chantiers d'équipement hydro-électrique. Nous avons vu que des taillants rapportés en

carbures métalliques et fréquemment affûtés, de même qu'une rotation optimum des fleurets, peuvent éviter la formation d'une trop grosse proportion de fines particules. Pour l'abatage des grosses poussières, on emploie la « perforation humide ». L'eau est injectée dans le trou de mine par un fleuret creux, sous une pression de 3 à 5 kilogrammes, à raison de 3 à 6 litres par minute. Elle a pour but de « mouiller » les poussières au fur et à mesure de leur formation. L'injection centrale, dans l'axe du fleuret, a l'inconvénient d'entraîner avec l'eau une partie de l'air comprimé (7 kilogrammes) qui ressort chargé de poussières. Les marteaux genre « Flottmann », à injection latérale, semblent préférables. On peut ajouter à l'eau d'injection des produits mouillants pour abaisser la tension superficielle et absorber plus de particules. En fait, les aérosols échappent en partie au mouillage, car le contact avec le liquide n'est pas suffisant. (Il faut cent fois plus de temps pour mouiller une particule dix fois plus petite.) Par ce procédé, on trouvera encore, par litre d'air, 7.770.000 particules inférieures à 5 μ, quand on en trouvait 32.000.000 par forage à sec.

L'aspiration des poussières au point même de formation par fleuret creux ou par capteurs de poussières (sortes de ventouses caoutchoutées axées sur le fleuret et appliquées contre le rocher), alourdit le marteau individuel et ne semble pas plus efficace. Sur le « Jumbo », par contre, on a pu réaliser une ventilation mobile.

Poussières du tir. — On peut, semble-t-il, par un choix judicieux de l'explosif et du plan de tir, diminuer la proportion de fines particules dans les poussières de la volée. Mais la concentration des poussières du tir demeure toujours très importante. On peut éviter la propagation dans la galerie en créant un écran d'eau ou un rideau d'air comprimé emprisonnant le bouchon dans la zone du front de taille. L'écran d'eau, constitué d'un simple tube qui

épouse la forme de la galerie, à 30 ou 40 mètres du front, pulvérise l'eau sur toute la section, par de multiples jets, opposant une barrière de fines gouttelettes aux poussières de la volée. Le rideau d'air, selon le même principe, offre un barrage d'air comprimé au nuage d'explosion. Mis en marche peu avant le tir, ils arrêtent la progression du bouchon qui sera éliminé par aspiration.

Poussières du marinage. — Contre l'abondance des poussières soulevées, on ne peut guère apporter de modifications techniques aux pelles chargeuses. Aussi, se contente-t-on, le plus souvent, d'arroser copieusement les déblais avant et pendant le marinage, ou de pulvériser de l'eau additionnée parfois de produits mouillants, au-dessus du godet de la pelle.

Poussières du réglage. — Il sera préférable, tout d'abord, d'effectuer les travaux de réglage : confection de niches, suppression des saillies, au fur et à mesure de l'avancement, pendant la perforation, par exemple.

Si le réglage doit être fait loin du front d'attaque, il faudra munir le marteau individuel d'adduction d'eau pour pratiquer là aussi un forage humide.

Les procédés d'aspiration, fleurets creux et capteurs de poussières, considérés comme trop encombrants sur le front de taille, pourront être adaptés aux marteaux perforateurs travaillant isolément en galerie.

B. — Evacuation des poussières de la galerie

Tous les procédés de destruction ou de captage des poussières aux points mêmes de formation ne peuvent abaisser au-dessous du seuil de nocivité l'empoussiérage de la galerie. Il faut assainir l'atmosphère.

Pour évacuer des poussières en tout assimilables à des particules gazeuses, on a tout naturellement pensé à utiliser les procédés d'aération existant sur les chantiers avant que ne fût redouté le danger de silicose. Une canalisation,

rendue nécessaire par la longueur des galeries, était destinée tout d'abord à l'élimination des produits de la respiration et des gaz d'explosion.

Dans chaque galerie, on trouve, en effet, placés sous la voûte ou latéralement sur les radiers, des tuyaux de tole ou « canars » que l'on ajoute bout à bout au fur et à mesure de l'avancement, et qui conduisent, par aspiration ou refoulement, l'air d'un poste de ventilateurs situé près de la fenêtre. Pour entraîner les poussières, on a dû augmenter souvent la puissance de l'ancienne ventilation, en évitant toutefois de créer un courant d'air désagréable qui risquerait de soulever les dépôts des parois.

Une bonne canalisation d'air sera celle qui, sans gêner le déplacement des convois, assurera une vitesse de 0,20 à 0,30 m/sec à l'air de la galerie.

Pour cela, il faut éviter toute perte de charge au niveau des liaisons entre canars, par des joints assurant une parfaite étanchéité. Les joints F. T. par enveloppement d'une bande de caoutchouc mince autour de la jonction des canars semblent satisfaisants. Pour une longue galerie, la moindre fuite peut absorber tout le débit des ventilateurs et rendre toute canalisation inutile au delà. C'est dire qu'il faudra fréquemment vérifier cette canalisation et éviter toute détérioration par les tirs latéraux ou les chutes de pierres provenant de la voûte ou des convois de déblais.

La colonne de canars doit en principe s'avancer aussi près que possible du front d'attaque où se trouve la concentration maxima de poussières. Mais les gros blocs projetés par le tir risquent de détériorer la dernière portion du canar d'aération et, le plus souvent, à moins d'être protégée par un bouclier d'acier dur, celle-ci s'arrête à 30 ou 40 mètres du front, ce qui rend difficile, dans cette zone, le décollement du bouchon par ventilation.

Cette ventilation peut se faire dans les deux sens : aspiration ou refoulement.

Pour juger des divers systèmes de ventilation, le Labo-

ratoire aérodynamique de Saint-Cyr a réalisé un tunnel expérimental représentant la galerie de Passy-Arve à l'échelle de 1/20e. Les résultats, confirmés par la station d'essais des Charbonnages de France à Montluçon, ont montré la supériorité d'un aérage combiné.

Aspiration. — Elle présente d'abord l'avantage d'assainir, en arrière de la tranche du canar, toute la galerie où travaille et circule le personnel. Mais, lors de la formation du bouchon, elle se montre incapable de le décoller du front et de l'éliminer en entier. Seule la queue du bouchon, située en arrière de l'orifice du canar, est rapidement aspirée, tandis qu'en avant, à une zone de turbulence, succède une zone de repos complet où les poussières ne seront pas éliminées. C'est dans ce cas qu'il sera nécessaire de prolonger le plus avant possible la canalisation pour aspirer une plus grande partie du bouchon. On peut, du reste, brancher sur le dernier canar un système d'aspiration au front même, à l'aide d'un prolongement de toile armée (genre « Spiragaine ») repliable avant le tir et immédiatement mis en place après la volée. Ce dispositif donne d'excellents résultats à la galerie d'essai du Ponturin (Savoie).

Refoulement. — L'aérage soufflant décolle le bouchon assez rapidement. Sur le front, il existe seulement une zone de repos moins importante. A l'avant du canar, l'air est brassé et mélangé avant de refluer vers la galerie. Le bouchon se déplace à la vitesse de 0,20 à 0,30 m/sec, et les mineurs venant en sens inverse peuvent le traverser sans danger en huit à dix secondes, lorsqu'il est suffisamment dilué (trente minutes après le tir, à 450 mètres du front).

Il a l'inconvénient de polluer lentement les longues galeries où circulent bétonneurs et convoyeurs. Ce procédé n'est utilisable que pour les très courtes galeries (500 mètres).

Aspiration et refoulement combinés. — On inverse le sens de l'aération au moment voulu, en alternant plusieurs fois aspiration et refoulement; le refoulement ayant pour but,

à chaque fois, de ramener à l'arrière de la tranche du canar une partie du bouchon que l'aspiration élimine aussitôt. Ce procédé séduisant a l'inconvénient d'être rendu onéreux par l'emploi d'un système d'inversion mécanique ou électrique.

Aspiration avec brasseur d'air. — Cette méthode, basée sur le même principe, utilise simultanément les deux systèmes de ventilation. L'aspiration se fait en permanence par la colonne de canars. Le refoulement, ou plus exactement le brassage du bouchon en avant de la tranche du canar, est effectué par un ventilateur auxiliaire soufflant, dont la prise d'air en galerie se trouve à quelques mètres en arrière de l'orifice d'aspiration, c'est-à-dire en arrière de la queue du bouchon. Pour décoller et diluer rapidement le bouchon, on souffle l'air le plus près possible du front (à 10 ou 15 mètres), en protégeant la tuyauterie par une solide pièce d'acier formant bouclier.

Mis en marche avant le tir, le brasseur d'air permet l'élimination complète du bouchon en huit à dix minutes. On pourra l'utiliser encore pendant le marinage et les autres travaux du front générateurs de poussières.

Ce procédé, communément employé en Amérique, paraît être le plus rapide et le plus efficace. Quelques chantiers d'équipement hydroélectrique l'ont adopté.

C. — Autres moyens d'abatage des poussières

Nous ne ferons que les citer. Encombrants et peu employés, ils sont, pour la plupart, au stade d'expérimentation en galerie. Ce sont :

— Les ultrasons qui, par vibration, précipitent les poussières;

— Les appareils électrostatiques, basés sur l'attraction par un champ électrique des particules ionisées lors du broyage;

— La nébulisation de fines gouttelettes d'eau ou de produits mouillants « accrochant » les fines poussières.

Retenons cependant l'emploi de certains produits tels que le NaCl ou le Cl_2Ca en solution pour fixer, sur les parois, les poussières déposées par le tir ou le marinage. On pratique souvent cet arrosage des surfaces rocheuses surtout dans les mines de charbon, pour éviter ultérieurement en galerie le soulèvement des dépôts des parois par l'aération ou la marche rapide des convois. Mais ce procédé, en interposant une couche de « schistification » entre la roche et le béton, peut avoir une incidence fâcheuse sur la tenue de ce dernier.

D. — Moyens actuellement utilisés sur les chantiers

Nous trouverons, selon les entreprises, quelques-uns des procédés d'abatage et d'élimination des poussières. La perforation humide est d'ores et déjà généralisée. Par contre, les systèmes de ventilation varient selon les chantiers. Rares sont ceux qui utilisent encore le refoulement pur. Le plus souvent, nous rencontrerons une canalisation d'aspiration avec quelquefois inversion du sens de ventilation.

L'aspiration avec brasseur d'air auxiliaire, qui paraît être l'idéal, existe déjà sur quelques chantiers. L'écran d'eau est rarement utilisé. L'arrosage des déblais est pratiqué avec une certaine répugnance, car la boue obtenue lors du marinage est plus difficile à pelleter.

L'emploi de l'eau, en effet, s'il permet l'abatage d'une certaine quantité de poussières, crée de nouveaux inconvénients.

Aux écoulements naturels de la galerie, parfois considérables, s'ajoute l'eau des techniques d'arrosage et de la perforation humide. Les mineurs vivent dans une atmosphère humide, les pieds perpétuellement dans l'eau (d'où bronchites, douleurs articulaires, etc.).

De plus, l'humidité du front d'attaque favorisera la condensation de la vapeur d'eau et facilitera l'apparition d'un brouillard opaque provoqué par la détente d'échappement des marteaux.

De même, les produits mouillants, dont on a voulu généraliser l'emploi et qui sont pour la plupart des dérivés sulfonés d'alcools à longue chaîne, ne semblent pas totalement dépourvus de toxicité. On a cité des dermatoses de contact et G. Fabre et S. Tara ont pu démontrer leur action nocive sur les éléments figurés du sang. De plus, en désintégrant les protides et émulsionnant les lipides, ces produits décaperaient l'épithélium pulmonaire, diminuant la résistance aux microbes, et créeraient une congestion intense du carrefour aéro-digestif (laryngite).

Il faut retenir, malgré tout, comme moyens efficaces de prévention collective actuellement employés : la ventilation sous toutes ses formes et l'emploi de l'eau (perforation humide et arrosage des déblais). Malheureusement, ces procédés, qu'une loi devrait normaliser et rendre obligatoires, ne peuvent abaisser l'empoussiérage au-dessous du seuil de nocivité. Pour éviter l'inhalation des poussières restant encore en galerie, il faut recourir aux moyens individuels de prévention.

III. — PRÉVENTION TECHNIQUE INDIVIDUELLE

Appareils isolants. — Comme pour les toxiques industriels, on a tout d'abord pensé à utiliser des appareils d'isolement individuels.

Les masques à circuit fermé type Draeger sont coûteux, lourds et encombrants. Les cagoules à surpression, branchées sur l'air comprimé alimentant les divers moteurs du chantier, ne permettent pas les déplacements et fournissent un air froid dont l'odeur est rendue désagréable par les vapeurs d'huile des compresseurs.

Si ces appareils peu maniables sont indiqués pour parer à un danger manifeste et momentané (gaz de combat, opération de sauvetage, prélèvement de poussières en plein bouchon), on les imposerait difficilement des années durant à des mineurs au travail. De plus, le risque de silicose, s'il

est permanent, n'a pas la même acuité et ne nécessite pas le port continuel d'un appareil respiratoire.

L'essentiel sera, non pas de se préserver toujours, mais de se préserver longtemps et souvent. Pour cela, il faudra utiliser un appareil léger, peu encombrant, ne provoquant pas de gêne respiratoire : un appareil dont le mineur puisse facilement « oublier » la présence sur son visage.

Masques antipoussières. — Ces qualités de confort semblent être réunies par la plupart des masques antipoussières utilisés dont il ne reste plus qu'à discuter l'efficacité au point de vue prévention.

Il s'agit d'arrêter par une surface filtrante les poussières, petites et grandes, mais surtout les aérosols de 3 à 0,2 μ, ce qui est difficile. Ces fines particules, animées de mouvements browniens et chargées d'électricité, réagissent de façon complexe sur les réactifs chimiques ou physiques des cartouches filtrantes.

Ces substances filtrantes sont de diverses sortes : ouate, éponge, feutre, caoutchouc spongieux, amiante, bourre végétale, etc. Les papiers filtres en alfa ou en pâte d'alfa, dont les pores sont souvent inférieures à 1 μ, se sont révélés les plus efficaces. Mais cette efficacité s'obtient au prix de deux grands inconvénients : la gêne respiratoire et le colmatage rapide. Le masque filtrant doit, en effet, laisser passer un courant d'air discontinu à raison de 100 l/m environ avec, au cours des efforts, des pointes de débit plus élevé. La résistance inspiratoire peut devenir très importante, surtout pour un filtre en partie colmaté. Si la dépression créée dépasse 50 mm d'eau, la gêne respiratoire peut même aboutir rapidement à un rythme de Cheynes-Stokes.

Pour augmenter le débit on peut étaler, par de savants pliages, la surface filtrante. Pour éviter le colmatage rapide, on peut disposer devant le filtre antisilice un second filtre à mailles plus lâches, pour arrêter les plus grosses poussières. On peut aussi recharger le filtre colmaté. La plupart

des masques antipoussières ont actuellement un filtre à auto-décolmatage : les poussières tombant d'elles-mêmes ou au moindre choc après un certain dépôt sur le filtre. Ceci surtout pour les filtres en papier alfa qui retiennent moins énergiquement les poussières déposées sur leur surface.

Pour témoigner de leur efficacité et de leur commodité de port, les masques présentés par les fabricants sont examinés au Laboratoire des Aérosols et Poussières Industrielles de l'Annexe du Bouchet. Un bon masque antipoussières devra répondre aux caractéristiques suivantes : légèreté (150 à 200 g), solidité, facilité de fixation, adaptation facile à chaque visage, stabilité, agrément (bonne visibilité, pas de sensation de chaleur, pas d'irritation de la peau, pas de gêne respiratoire avant et après colmatage), colmatage assez long (une semaine à un mois), décolmatage facile, bonne protection contre les eaux (eaux extérieures, respiration et transpiration), bon fonctionnement et protection des soupapes d'aspiration et d'expiration, efficacité (pouvoir d'arrêt à l'azur de méthylène : près de 100 p. 100 neuf et après épreuves de colmatage et décolmatage), étanchéité parfaite, démontage assez difficile.

Plusieurs masques (masques S. F. A., Airex, Martin, etc.) semblent répondre à ces exigences. Il reste à les faire accepter par les mineurs, ce qui est difficile. Le port du masque devrait être exigé, surtout aux postes les plus exposés (mineurs) et aux moments de fort empoussiérage (perforation et marinage).

Tout récemment, l'industrie des plastiques vient de mettre au point un masque ultra-léger (50 g) en mousse de polychlorure de vynile, sans pièce métallique, dont la dépression serait extrêmement réduite et le pouvoir d'arrêt très élevé. Ce masque réunirait les qualités essentielles de légèreté, de souplesse, de faible encombrement et toutes celles déjà envisagées.

De plus, il serait lavable à l'eau et au savon et donc facilement aseptisé.

Ce masque, réduit aux dimensions d'un mouchoir de poche, paraît devoir se généraliser bientôt à toutes les industries à poussières.

IV. — PRÉVENTION BIOCHIMIQUE

Nous la citerons pour mémoire.

On pensait que l'inhalation, sous forme d'aérosols, de certaines substances telles que l'aluminium, le gypse, le calcium, le fer,... pouvait avoir sur les particules de silice une action inhibitrice.

En fait, le mécanisme d'action de ces substances n'est pas entièrement élucidé. Il est même admis, après essais multiples, que ces procédés peuvent, à la longue, se montrer dangereux, notamment pour l'aluminium dont l'inhalation aggraverait la tuberculose pulmonaire de l'animal.

Tant qu'il n'y aura pas de résultats probants, on ne peut les utiliser sans réserve.

***

Nous avons beaucoup insisté sur les moyens techniques de prévention. C'est, en effet, le seul moyen directement efficace de lutte contre la silicose, la prévention médicale ne faisant que souligner son imperfection actuelle. Il suffirait, en effet, qu'un moyen technique quelconque puisse éviter toute formation de poussières en galerie, ou qu'une substance inhibitrice se révèle réellement efficace, pour que le problème de la silicose soit résolu.

Nous n'en sommes pas encore là, et quand bien même ces procédés viendraient à être découverts, le médecin aurait encore à dépister durant de longues années les silicoses de mineurs depuis longtemps exposés au risque.

PRÉVENTION MÉDICALE

Bien que nous conservions ce terme, il n'y a pas à proprement parler de prévention médicale de la silicose. Le médecin ne dispose actuellement d'aucun moyen permettant, impunément, l'inhalation de particules de silice libre. En matière de pneumokonioses, on ne peut agir sur la cause comme le fait l'hygiéniste pour une maladie microbienne, pas plus qu'on ne peut agir sur le terrain comme dans le cas d'immunité.

Peut-être de nouvelles théories pathogéniques, comme celle, séduisante, qui ferait de la silicose une maladie piézo-électrique, nous permettront-elles un jour d'agir directement sur la cause. Une fois identifié le facteur nouveau qui détermine la maladie, son effet peut être aussi révolutionnaire que la naissance de la bactériologie.

En attendant, le médecin, désarmé, devra se contenter de la méthode de « prévention passive » (R. Seroul) qui consistera à rechercher et à éliminer du risque silicotique les sujets prédisposés et ceux qui présentent un début de silicose : sélection à l'embauche et dépistage précoce.

Ces deux opérations, dans le cas du risque silicotique en galerie, seront dominées par les conditions sociales propres aux travailleurs des chantiers d'équipement.

I. — CONDITIONS SOCIALES DE LA PRÉVENTION MÉDICALE

Ce sont surtout les ouvriers travaillant en galerie, mineurs et aides-mineurs, qui feront l'objet d'examens

médicaux attentifs, tant à l'embauche qu'au cours des visites périodiques de dépistage.

Ces ouvriers, jeunes pour la plupart, sont souvent des mineurs professionnels qui totalisent des années d'exposition au risque.

A. — Etude de la pyramide des ages

Etablissant nos statistiques sur un groupe de 900 mineurs des chantiers de Luz (Hautes-Pyrénées), nous avons pu constater que le métier de mineur est un métier de jeunes. Plus de 72 % ont moins de quarante ans.

Moins de 20 ans .... 1,77 %;
De 20 à 25 ans ..... 16,77 %;
De 25 à 30 ans ..... 22,44 %
De 30 à 35 ans ..... 17 %;
De 35 à 40 ans ..... 14,44 %;
De 40 à 45 ans ..... 14,11 %;
De 45 à 50 ans ..... 8,66 %;
Plus de 50 ans ..... 4,77 %.

On est souvent mineur de père en fils et il n'est pas rare de voir un jeune garçon de moins de vingt ans apprendre, avec son père ce rude métier. Passé la cinquantaine, en dehors de la maîtrise, on n'est plus mineur sur ces chantiers.

B. — Etude des temps de présence en galerie

Rares sont encore ceux qui totalisent les cinq années d'exposition au risque, exigées par la loi, au bout desquelles la silicose, si elle se manifestait, pourrait être indemnisée.

Moins de 5 ans ..... 87,44 %;
De 5 à 10 ans ..... 7,11 %;
De 10 à 15 ans ..... 2,66 %;
Plus de 15 ans ..... 2,77 %.

Les vieux mineurs qui totalisent dix, quinze, vingt

années de présence en galerie n'ont pas toujours travaillé plus de cinq ans à des ouvrages français, ce qui, avant le décret du 18 octobre 1952, n'entraînerait pas d'indemnisation.

II. — IMPORTANCE DU RISQUE

En deux ans, sur les mêmes chantiers de Luz, 74 cas de silicose déclarable ont été constatés sur un effectif moyen d'environ 500 mineurs. Mais, du fait de la mobilité du personnel, le maintien de cet effectif moyen a nécessité l'examen de plus de 1.500 ouvriers.

Selon le Docteur Nussbaum, médecin du travail de ces chantiers, ces 74 silicoses représentent :

1,10 % des mineurs ayant moins de cinq ans d'exposition au risque;

6,25 % des mineurs ayant de cinq à dix ans d'exposition au risque;

15,38 % des mineurs ayant de dix à quinze ans d'exposition au risque;

18,42 % des mineurs ayant plus de quinze ans d'exposition au risque.

De même, la répartition de ces silicoses suivant les âges des mineurs s'établit ainsi :

0,56 % de silicoses chez les moins de trente ans;

6 » % de silicoses, de trente à quarante ans;

9,33 % de silicoses chez les plus de cinquante ans.

La proportion de silicoses s'accroît donc, comme on pouvait le penser, avec le temps d'exposition et l'âge des mineurs.

Mais, actuellement, le facteur temps n'est plus le seul à pouvoir expliquer l'importance, chaque année plus grande, du risque silicotique.

Si, par exemple, les statistiques données par Schülte pour les mines de la Rhur montrent une rapide aggrava-

tion du risque, il faut en accuser la mécanisation poussée et la vitesse de perforation toujours plus grande.

Pour ces mines de la Rhur, les nouvelles silicoses pensionnées chaque année représentaient :

En 1931 ..... 12 % de l'ensemble des indemnités;
En 1939 ..... 28 % — —
En 1949 ..... 50 % — —

Le mode de travail (techniques à grand rendement, cadence rapide de perforation) apparaît donc comme un facteur essentiel d'aggravation du risque silicotique. Il s'agit donc d'agir rapidement en multipliant les visites de dépistage et en n'envoyant sur les chantiers de perforation que des sujets présentant certaines garanties de résistance vis-à-vis de la silicose.

III. — SÉLECTION A L'EMBAUCHE

Nous entrevoyons là un nouveau facteur, important lui aussi, à savoir le terrain constitutionnel de chaque sujet. Dans les mêmes conditions de travail, des sujets de constitution apparemment identique, feront, l'un une silicose à marche rapide, l'autre une silicose retardée, et le troisième, enfin, ne présentera jamais la moindre atteinte pulmonaire.

Nous ignorons encore ce qui crée ces différences de réaction devant un même risque, et la sélection à l'embauche ne peut être parfaite, pour le moment, étant donné cette ignorance.

A. — Causes prédisposantes

La silicose étant une maladie à symptomatologie essentiellement pulmonaire (tétrade classique : dyspnée, pleurodynie, toux, expectoration), on a pensé que toute pneumopathie, aiguë ou chronique, pouvait avoir un rôle prédisposant en compromettant la parfaite élimination des poussières. De même pour toute affection sclérogène pou-

vant favoriser la fibrose pulmonaire (tuberculose, pleurésie, fibrothorax...).

La silicose se caractérisant, dans sa phase clinique, par une insuffisance respiratoire et une défaillance du cœur droit, on écartera bien entendu tout travailleur dont les épreuves fonctionnelles respiratoires et les épreuves cardiaques à l'effort ne seront pas satisfaisantes.

On retient, d'ores et déjà, une série de causes prédisposantes dont l'énumération se complète d'année en année : tuberculose surtout, affections chroniques des voies respiratoires, tendance aux spasmes bronchiques, respiration nasale insuffisante, obstacles à la ventilation physiologique, cyphoscoliose, rigidité et déformation thoracique, fibrothorax partiel ou total, dyspnée de toute origine, affections cardiaques, etc.

En bref, on recherchera l'intégrité du cœur et de l'appareil respiratoire.

B. — Epreuves fonctionnelles

En plus de l'examen clinique, il sera utile de pratiquer quelques épreuves fonctionnelles simples.

Pour les épreuves respiratoires, on pourra se contenter de l'indice spirométrique, du temps d'apnée volontaire ou de l'épreuve de Tiffeneau (volume d'air expiré en une seconde après inspiration forcée).

Pour les épreuves cardiaques à l'effort, le test de 40 mm de mercure de Flack, l'indice de Ruffier ou l'épreuve de Pachon-Martinet suffiront dans la plupart des cas.

Ces tests fonctionnels ne doivent pas demander un temps trop long pour chaque examen. Beaucoup d'épreuves préconisées (ventilation - minute, pneumatographie, saturation oxyhémoglobinée...) sont encore l'apanage de centres spécialisés.

Examen clinique, radiographie et épreuves fonctionnelles nous permettront d'affirmer ou non l'intégrité cardiaque et respiratoire. Mais le rude métier de mineur a d'autres exigences.

C. — Fiche de poste

Le caractère polyvalent de la main-d'œuvre rend bien imprécise l'élaboration d'une fiche de poste.

S'il fallait, cependant, établir une telle fiche du mineur en galerie, nous proposerions la notation d'aptitude suivante (Centre médico-social de Luz) :

Exigences sensorielles :	
Vision (aptitude moyenne)	3
Audition (aptitude moyenne)	3
Aptitudes dynamo-motrices :	
Station debout (aptitude bonne)	2
Equilibre général (aptitude bonne)	2
Mouvements membres supérieurs - tronc (aptitude bonne)	2
Mouvements membres inférieurs - bassin (aptitude bonne)	2
Tolérances mécaniques :	
Trépidations (marteaux)	2
Bruits (marteaux)	2
Tolérances physiques :	
Courants d'air (aptitude excellente)	1
Humidité (aptitude excellente)	1
Tolérances chimiques :	
Irritants cutanés (hors le béton)	3
Poussières (aptitude bonne)	2
Toxiques (peu d'intérêt)	4
Horaire de travail (postes de nuit)	2
Déplacements (dépaysement, vie en cantonnement)	1

IV. — DÉPISTAGE PRÉCOCE

Il s'agit de s'alarmer à temps, ni trop tôt, ni trop tard, juste avant l'irréparable instant où la silicose, ayant débuté, évoluera d'une manière inexorablement progressive.

On conçoit la difficulté de ce dépistage au stade prépathologique.

A. — La clinique

L'examen clinique. — Il est toujours négatif à ce stade. Le mineur ne présente aucun symptôme apparent et ne se plaint de rien. Sa capacité de travail demeure intacte et il ne comprend pas qu'on puisse ainsi s'alarmer, en multipliant les visites médicales, pour un danger dont il ne saisit pas toujours l'importance.

Les épreuves fonctionnelles. — Elles doivent se montrer négatives. Une insuffisance respiratoire soudaine signerait une silicose avancée. Il ne serait plus question de prévention, mais d'indemnisation. Les épreuves fonctionnelles seront réservées, en effet, aux silicoses déclarées pour en fixer le taux d'incapacité.

Elles ne peuvent servir au diagnostic précoce.

B. — La radiologie

La séméiologie radiologique sera la seule à pouvoir nous permettre ce dépistage précoce. Les premières images pulmonaires, dans un ordre à peu près constant, font en effet leur apparition bien avant tout symptôme clinique. Il suffira de déterminer, par de nombreuses observations et confrontations cliniques, à quel stade radiologique débute vraiment la silicose.

La radioscopie. — Elle présente certains avantages : rapide, d'un prix de revient peu élevé, elle permet notamment l'étude de la cinématique diaphragmatique fréquemment altérée dans la silicose; mais elle ne permet pas d'apprécier le seuil pathologique (le seul qui nous intéresse ici) et présente l'inconvénient primordial de ne pas laisser de document. Une lacune d'observation, une erreur d'interprétation resteront sans appel.

L'usage futur des amplificateurs de brillance lui permet-

tra peut-être un jour ce diagnostic précoce, mais actuellement son imprécision est encore trop marquée pour pouvoir constituer une méthode valable de dépistage systématique.

La radiophotographie. — C'est la photographie rapide de l'écran fluorescent sur un film de petit format.

D'après Bardon, « la radiophoto est le procédé le plus pratique de dépistage des porteurs de lésions silicotiques parmi les ouvriers des entreprises à poussières, à personnel nombreux ».

On pourrait penser que la reproduction pure et simple de l'image radioscopique ne présente aucun avantage sur la radioscopie. En fait, au jeu des impressions lumineuses s'ajoute ici celui des contrastes photographiques, et le film radiophotographique pourra révéler des détails invisibles à l'œil nu sur l'écran.

Avec donc un net avantage sur la radioscopie, la radiophotographie permettrait, selon M. Bardon, d'apprécier le seuil pathologique.

Encore faut-il employer un appareillage correct : grande brillance de l'écran, objectif photographique d'ouverture F/1,5 ou même F/0,53, émulsions panchromatiques très poussées. Le radiophote Massiot 100 Ma, 100 K. V. permet à deux manipulateurs entraînés la prise de 80 radiophotos à l'heure. Le prix de revient serait à peu près de dix francs par sujet, en amortissant l'appareil sur 30.000 examens. Les films de petit format sont numérotés et examinés à la projection au moyen d'une visionneuse. Le film, introduit dans une pochette de papier cristal, fait partie intégrante du dossier médical de chaque sujet. On peut ainsi le consulter ultérieurement et, par comparaison avec d'autres films, apprécier l'évolutivité d'une lésion silicotique.

La radiophotographie, conçue primitivement comme un simple moyen de triage entre sujets normaux et sujets douteux à radiographier, peut devenir un jour un excellent procédé de diagnostic. Cependant, si certains appareils,

avec réglage automatique du temps de pose et format 7/7, permettent déjà d'apprécier les réticulations à l'examen direct du film, la radiophoto présentera toujours quelques inconvénients :

— Elle ne permet pas la scopie exigée à la visite d'embauche;

— Elle ne permet pas non plus les autres dépistages (traumatologie par exemple), toujours utiles en médecine du travail.

La radiographie. — C'est la méthode de depistage qui nous offrira le maximum de garanties. Encore faut-il qu'elle réponde à une technique convenable. Les films corrects seront tirés en téléradiographie (distance minimum : 1,20 m) avec une pose suffisamment courte, de l'ordre de 1/10e de seconde, et seront suffisamment pénétrés.

En pratique, on peut admettre les critères suivants : film bien contrasté, blanc et noir, avec clarté trachéale nette, visibilité faible des corps vertébraux derrière l'ombre cardiaque, netteté de la trame osseuse des arcs costaux antérieurs.

Ce résultat peut être obtenu avec les constantes approximatives suivantes :

— Anticathode tournante : 70 K. V. efficaces, 300 Ma, 12 centièmes;

— 4 kénotrons ordinaires, 75 K. V. efficaces, 250 Ma, 14 centièmes;

— Appareil dit : 100 K. V., 100 Ma, 1/20 (appareil Duterte utilisé à Luz).

Il faut tenir compte, aussi, de la bonne alimentation du générateur et de la qualité du développement.

Il existe, d'ores et déjà, un accord universel sur plusieurs points de la technique de l'exploration thoracique, et en particulier pour la silicose qui, compte tenu de la finesse des images initiales, demande la plus grande précision. Il serait souhaitable que les constructeurs mettent au point

un appareil pour la détermination automatique du temps d'exposition. Cela permettrait d'avoir en silicologie des séries de radiographies absolument constantes, quelle que soit la morphologie du sujet.

Si la radiographie standard a l'avantage de la précision, elle a l'inconvénient d'être onéreuse (le film revient à environ 500 francs au Centre médical interentreprise de Luz) et d'être assez lente dans son débit. L'opérateur, avec l'aide d'un secrétaire et d'un manipulateur, peut au maximum parvenir à tirer vingt-cinq radiographies à l'heure.

On a pensé remédier à ces inconvénients en utilisant « la radiographie sur papier ». Ce papier est disposé en rouleaux et se déplace devant le statif radiographique, à la façon d'un film de caméra photographique. Cette technique n'est pas au point. Du reste, il nous faut demeurer, au point de vue technique, dans le domaine de la simplicité, car il s'agit d'adapter ce dépistage aux exigences des chantiers d'équipement.

Le poste fixe dans un centre médical interentreprise paraît être une bonne solution. Elle répartit les frais sur plusieurs entreprises, mais nécessite le déplacement des ouvriers et la perte d'heures de travail.

Le groupe radiologique mobile serait une meilleure formule. L'appareil radiographique, genre 100 Ma 110 kv, pourrait être monté sur camionnette (1.000 kg Renault ou 1.200 kg Citroën) maniable, pouvant s'approcher le plus possible des chantiers. Cette solution pourrait intéresser, sur le plan régional, un plus grand nombre d'entreprises dont les effectifs sont le plus souvent insuffisants pour justifier une installation coûteuse.

La législation française (décret du 16 octobre 1950 et recommandations du 18 octobre 1950) fait entrer la « perforation de roches ayant une teneur élevée en silice libre » dans le cadre des travaux exposant au risque de silicose du tableau 25 des maladies professionnelles.

Elle prescrit pour la visite d'embauche, en plus de l'exa-

men clinique complet, un examen radiographique suivi de radioscopie (art. 3). L'attestation d'aptitude doit être renouvelée tous les six mois au moins et les dates de radiographies pratiquées lors des visites périodiques (tous les trois à six mois) doivent figurer sur le registre spécial tenu à la disposition de l'inspecteur du travail (art. 6).

Ces examens radiographiques sont « effectués par le médecin du travail ou du service médical interentreprises ou, s'il n'existe pas, un médecin désigné par le chef d'entreprise » (art. 3).

C. — Séméiologie radiologique de la silicose

Pour les formes typiques de la silicose, on peut distinguer, selon Balgairies et G. Bonte, deux groupes d'aspects radiologiques variables selon la dimension, la répartition et l'extension des images anormales : fines granulations, opacités étendues.

Granulations disséminées :

Elles sont caractérisées par leur multiplicité, leur extension symétrique aux deux plages pulmonaires. Elles se localisent le plus souvent dans les régions juxta-hilaires. Rares dans les zones sous-claviculaires, elles sont exceptionnelles dans les sommets. Elles reposent souvent sur un réseau densifié de la trame.

On pourrait penser que chacune de ces granulations est la traduction radiologique du fibro-nodule silicotique. R. L. Bounhoure et C. Bimes invoquent, comme substratum anatomique de ces images radiologiques, l'hémosidérose pulmonaire provoquée par la désintégration hémoglobinique de multiples micro-infarctus, eux-mêmes provoqués par les spasmes vasculaires qui paraissent jouer un grand rôle dans l'évolution anatomo-clinique de la silicose. Le nodule silicotique ne serait que le stigmate cicatriciel d'un spasme artériolaire prolongé. Il serait par lui-même invisible aux rayons X.

a) « *Pin-head mottling* » de Fletchner (moucheture en tête d'épingle). — C'est un fin piqueté dont les éléments de 1 mm de diamètre sont en groupement très serré. Ces fines granulations ne doivent pas être confondues avec les points d'intersection de la trame pulmonaire dont elles sont nettement séparées.

b) *Micro-nodules.* — Le diamètre des granulations est ici plus volumineux. Cet aspect pseudo-granulique n'est pas spécifique de la silicose. Il pose des problèmes de diagnostic différentiel quand l'anamnèse professionnelle fait défaut.

c) *Nodules.* — Ils ont un diamètre de 3 à 5 mm. Leurs contours sont flous et, quand ils sont disséminés dans toute l'étendue du thorax, ils donnent l'aspect classique « en tempête de neige ».

Opacités étendues :

a) *Formes confluentes.* — Ce sont des ombres non homogènes dont le contour est flou et très irrégulier. Ces ombres paraissent dues à la confluence de plusieurs nodules. Avec ces opacités subsiste d'ailleurs, comme fond, une nodulation ou une micronodulation primitives. Leur développement est le plus souvent asymétrique et prédomine à droite dans la plupart des cas.

b) *Formes pseudo-tumorales.* — Ici, les ombres sont homogènes et présentent un contour net. Elles sont bilatérales et, le plus souvent, symétriques, réniformes ou « en aile d'ange », dans les régions juxta-hilaires. Elles peuvent siéger plus haut ou plus bas dans le thorax et revêtir une forme sphérique. La tomographie montre que ces masses ont fréquemment des limites lobaires ou segmentaires.

Formes atypiques :

Selon l'étiologie. — « Silicose à marche rapide » : la silicose apparaît et évolue rapidement après un temps d'exposition relativement court (deux ans parfois) ; ces

formes sont assez fréquentes dans les travaux publics.

« Silicose retardée » : elle survient chez un sujet soustrait depuis longtemps au risque silicogène (dix ans et plus) et évolue lentement dans la plupart des cas. Elle pose des problèmes de diagnostic.

Selon l'aspect radiologique. — Citons surtout les atypies de topographie et les calcifications en coquilles d'œuf : « egg shell ».

D. — Classification radiologique

On a successivement proposé plusieurs classifications des images radiologiques de la silicose. Il faut une classification suffisamment simple et précise pour que chacun puisse l'utiliser à une méthode de dépistage.

La classification de Johanesburg (1930), dite encore « classification de Genève », distingue trois stades radiologiques assez imprécis :

Stade I : « la radiographie présente une plus grande densité des ombres linéaires et la présence d'ombres indique une nodulation »;

Stade II : « la radiographie présente une augmentation dans le nombre et la surface des ombres signes de nodulation, avec une tendance à leur confluence »;

Stade III : « toutes les conditions ci-dessus sont sensiblement accentuées et les signes de zones de fibrose massive sont habituels ».

La classification franco-anglaise (type Cardiff-Douai), publiée en 1951 par Cochrane, Davies et Fletchner, est basée sur la séméiologie radiologique décrite ci-dessus. Elle semble destinée à se généraliser à l'échelon international. Elle emploie la notation suivante :

Images normales ou non, sûrement pneumoconiotiques :

O : images normales ou subnormales;

X : images linéaires, ombres diffuses pouvant évoquer une pneumoconiose, mais prêtant à confusion avec d'autres états pathologiques.

Images pneumoconiotiques :

Granulations : P (pin-head) ; M (micronodules) ; N (nodules), affectés d'un coefficient selon l'étendue des images : 1,2 (plus de la moitié des deux tiers internes des champs pulmonaires) ou 3 (totalité du champ) ;

Opacités étendues :

A : formes confluentes (le fond peut être désigné par les lettres p, m et n) ; Am : forme confluente avec fond de micronodules; A ? : fond impossible à décrire;

B, C et D : formes pseudotumorales. (B : moins de trois espaces intercostaux; C : plus de trois espaces intercostaux; D : image avec perturbation de l'architecture pulmonaire; distorsion.)

Images radiographiques de « présilicose ». — Dans cette dernière classification, excellente par ailleurs, on peut se rendre compte de l'imprécision qui existe dans les formes de passage du normal (O) au pathologique (P).

N'existe-t-il pas certaines images radiologiques qui, sans être spécifiques de silicose, pourraient indiquer une évolution imminente vers une forme caractérisée ? Faut-il laisser toute leur imprécision aux clichés douteux que nous aurons étiquetés X ?

Certains auteurs ont voulu donner une valeur aux aspects réticulés de la trame pulmonaire fréquemment rencontrés chez les mineurs après un certain temps d'exposition. Cette réticulation n'est certes pas spécifique de la silicose : on la rencontre chez les mitraux, les emphysémateux, les asthmatiques, etc. Cependant, cette réticulation étant plus fréquente chez les mineurs, on peut penser que c'est là le tout premier signe d'un empoussiérage pulmonaire. Il serait utile de le noter, à défaut de signes plus graves, pour apprécier ultérieurement l'évolution plus ou moins rapide vers une forme caractérisée.

Ce « réticulé exagéré chez les mineurs » pourrait figurer avec la lettre R dans la classification radiologique.

Dans le même ordre d'idées, nous avons pu constater, avec le Docteur Nussbaum, la relative fréquence d'une image linéaire qui, sans être spécifique elle non plus, pourrait être, chez les mineurs, l'indication d'une première atteinte silicotique. Il s'agit de l'image capillaire de scissure moyenne droite.

Sur 900 radiographies de mineurs, nous l'avons décelée 103 fois. Les porteurs de cette image linéaire, il est vrai, ont rarement une longue exposition au risque; dans 50 % des cas, cette image apparaît avant deux ans de séjour en galerie, 75 % avant cinq ans. Elle coexiste souvent avec des lésions spécifiquement silicotiques et se rencontre fréquemment avec une réticulation exagérée de la trame. Elle pourrait être considérée comme le terme de passage entre la simple réticulation et le pin-head déjà caractéristique d'une silicose débutante.

Nous pourrions, par la lettre S, l'insérer dans la classification radiologique. Nous distinguerions alors, dans cette classification, les images radiographiques normales, les images de présilicose (simple suspicion) et les images typiquement silicotiques.

Pour nos 900 radiographies, nous aurions, en ce qui concerne la silicose et la présilicose :

Présilicose :	R	169	(18,77 %)
	S et (S + R).	103	(11,44 %)
Silicose :	P	18	(2 » %)
	M	57	(6,33 %)
	N	26	(2,88 %)
	A	6	(0,66 %)
	B	4	(0,44 %)

Pas de C ou D, mais deux cas de calcification en coquille d'œuf. L'apparition des images de présilicose, chez un sujet indemne au départ, nous permettra de suspecter un début

de silicose dans un plus ou moins bref délai. Elle commandera des radiographies systématiques plus rapprochées.

V. — ESSAI D'UNE DOCTRINE DE PRÉVENTION MÉDICALE

S'il était possible d'interdire le travail minier à tout porteur d'une image pulmonaire anormale, la difficulté de la prévention médicale de la silicose ne résiderait plus que dans l'organisation d'un dépistage systématique aussi parfait et aussi précoce que possible. En fait, on serait amené à retirer, un jour ou l'autre, tous les mineurs de la galerie. On conçoit facilement la fâcheuse répercussion sociale et « industrielle » que pourrait avoir semblable mesure. Il nous faut une doctrine de prévention assez stricte pour sauvegarder la santé du mineur, mais assez souple pour n'entraîner que les changements d'emploi indispensables.

Pour retirer de la galerie un mineur qui nous paraît atteint d'un début de silicose, deux facteurs sont à envisager : la gravité des lésions pulmonaires et leur degré d'évolutivité.

Il est évident que tout porteur d'une forme pseudo-tumorale sera immédiatement retiré du risque pour déclaration et indemnisation. Mais il s'agit de prévention, et ce cas ne devrait plus se présenter si ce n'est lors de « l'embauche » d'un mineur professionnel venu d'une autre région et totalisant des années d'exposition.

Le plus souvent, nous aurons à examiner périodiquement des mineurs jugés aptes au travail en galerie. Ces mineurs sont de deux sortes :

Les sujets « vierges » qui travaillent au rocher depuis peu et pour lesquels, à l'embauche, nous nous serons montrés très sévères. (Une simple prédisposition ou un réticulé exagéré de la trame devraient suffire à les écarter de la profession.) Si, lors des visites périodiques, ces sujets

présentent une rapide réticulation ou une image capillaire de scissure moyenne droite, ils seront considérés comme « sensibilisés ». Nous multiplierons les examens radiographiques à brefs intervalles pour dépister le plus rapidement possible le pin-head caractéristique. Si cette nouvelle image typiquement silicotique apparaît très rapidement (en deux ou trois mois), elle doit suffire à proposer le changement d'emploi.

Le dépistage, dans ce cas, ne devra pas se laisser gagner de vitesse par la maladie.

Chez les vieux mineurs, le jugement sera plus nuancé. Il faudra tenir compte du temps d'exposition par rapport aux lésions découvertes.

Un sujet qui présentera une simple image de pin-head après vingt ans d'exposition au risque, aura fait la preuve de sa résistance à la silicose. L'exclure de la perforation serait ouvrir le poste à un nouveau candidat à la maladie souvent jeune et parfois prédisposé.

Sur les clichés successifs, les images silicotiques ainsi décelées ne devront pas se montrer rapidement évolutives. Toute modification rapide fera suspecter une aggravation subite et entraînera le retrait de la galerie. Il faut savoir apprécier ce degré d'évolutivité pour arrêter à temps la marche progressive d'une silicose demeurée latente jusqu'alors.

La rapide évolution des lésions peut, d'ailleurs, cacher un autre processus pathologique et, pour une image radiologique donnée, il faut parfois envisager le diagnostic différentiel plausible, compte tenu de la clinique, des recherches de laboratoire et de l'anamnèse professionnelle.

C'est ainsi que la tuberculose peut donner les mêmes images micronodulaires ou compliquer, à tous les stades, la silicose.

Pour R. Even, « la solution équitable et humaine pour les silicoses réticulo-micronodulaires sans troubles fonctionnels, c'est de retarder le diagnostic médico-légal jus-

qu'au jour de l'apparition des symptômes fonctionnels ou de l'extension des signes radiologiques du stade réticulo-micronodulaire ou micronodulaire au stade nodulo-micronodulaire, juxtaposition de micronodules, de diamètre apparent, égal ou inférieur à 2 mm et de nodules de 2 à 5 mm, surtout après l'âge de trente-cinq ans, le pronostic de la silicose tardive étant meilleur que le pronostic de la silicose précoce. »

Une telle façon de voir nous paraît dangereuse : attendre que la silicose ait largement évolué, c'est peut-être porter moins souvent le diagnostic de silicose indemnisable, mais ce n'est sans doute pas toujours sauvegarder la santé et la capacité de travail du mineur, seules préoccupations de la médecine de prévention.

Le problème est d'ailleurs différent dans les travaux publics et les mines. Even préconise le retrait tardif pour les mines de charbon où les travailleurs sont hautement spécialisés et pour lesquels l'inaptitude aux travaux de fond a des conséquences graves, sociales et économiques.

Dans les travaux publics, comme nous l'avons vu, il y a peu de vraie spécialisation; les changements de postes sont plus facilement acceptés. (Du reste, ces changements sont presque obligatoires, étant donné le caractère toujours temporaire des chantiers et le caractère cyclique des travaux : mise en chantier, perforation, bétonnage, finition, etc.)

Sur nos chantiers d'équipement hydroélectrique, ce problème de retrait du mineur en temps opportun se résume aux trois aspects suivants :

Aspect médical. — Il faut dépister la première atteinte de la maladie. Certes, le réticulé exagéré de la trame pulmonaire peut être rapporté au tout premier signe radiologique de la silicose, mais ce n'est malgré tout qu'un signe de présomption. Il peut suffire parfois pour retirer le mineur de la galerie,

Aspect médico-social. — La médecine de prévention, par définition même, est basée sur des signes de présomption. Elle se résume à ne pas laisser courir un risque au prédisposé et à éviter toute aggravation au mineur qui nous paraît légèrement atteint. Il faut évidemment que le côté médical et le côté social soient également envisagés.

Il se peut que pour le mineur des charbonnages, le médecin du travail puisse prendre la lourde responsabilité d'attendre l'apparition d'images micronodulaires vraies pour éloigner le travailleur du chantier; car, dans ce cas, plusieurs arguments sont à envisager : haute spécialisation, déchéance sociale, perte pécuniaire grave, etc. De plus, ici, le réticulé considéré comme premier signe peut n'être tout simplement que la réticulite de l'anthracose pure.

Mais, sur les chantiers de travaux publics, le médecin du travail prendrait, à notre avis, une trop grave responsabilité s'il ne retirait pas de la galerie un travailleur présentant des signes de présomption de la silicose.

Aspect médico-légal. — Il s'agit ici de responsabilité de l'employeur et de réparation du dommage par une caisse d'assurance. Cet aspect doit être considéré seulement par le médecin expert et ne concerne pas le médecin du travail.

Rappelons seulement qu'on ne peut envisager responsabilité et réparation sur simple présomption. On comprend donc que l'expert ne puisse accorder une rente dans le cas de simple signe radiologique de réticulation. Mais ne pourrait-il pas, dans ce cas, user plus fréquemment du droit que lui accorde le législateur de donner aux intéressés une indemnité de changement d'emploi ?

Si l'on admet (et c'est l'avis de beaucoup d'auteurs) que les silicoses retirées très précocement du risque n'évoluent que très lentement, la caisse d'assurance aura avantage à faciliter la mise à l'abri du risque par l'octroi d'indemnités de changement d'emploi, ce qui, en réalité, se traduira pour elle par un bénéfice.

Donc, le retrait précoce du mineur des travaux publics concilierait les points de vue médicaux et médico-sociaux. De plus, cette décision ne serait pas incompatible avec le point de vue médico-légal.

Diagnostic différentiel des images silicotiques. — Nous basons uniquement notre dépistage précoce de la silicose sur la découverte et le degré d'évolutivité des lésions radiologiques. Ces images radiographiques seront parfois difficiles à interpréter; chaque forme de silicose pourra prêter à confusion avec d'autres états pathologiques :

— Images de présilicose : asthme, emphysème, stase pulmonaire cardiaque, bronchectasie, pachypleurite, etc.;

— Granulations : granulie froide, gommes syphilitiques milaires disséminées, actinomycose pulmonaire, sclérose pulmonaire diffuse, maladie de Besnier-Boeck, xanthomatoses, etc.;

— Opacités étendues : foyers tuberculeux pulmonaires, ganglions calcifiés, pneumonie caséeuse, métastases, kyste hydatique, abcès, gangrène, infarctus du poumon, etc.

VI. — SILICOSE ET TUBERCULOSE

On a pu penser, avec Policard, que la silicose ne pouvait survenir sans tuberculose. Nous savons aujourd'hui que ces deux maladies, bien distinctes, peuvent coexister ou se succéder, l'une aggravant l'autre, et donner des images radiologiquement complexes.

La silicose prédispose à la tuberculose (Gardner). Mais la silico-tuberculose est le plus souvent d'apparition tardive, la tuberculose s'intriquant à des lésions silicotiques déjà fort avancées. Elle ne devrait plus concerner la prévention.

La tuberculose favorise et aggrave la silicose (Policard, Kettle). Dans le cadre de la prévention, il faudra éliminer à l'embauche tout porteur de lésions tuberculeuses évolu-

tives ou stabilisées et pratiquer de fréquentes bacilloscopies et radiographies pour tout sujet dont l'évolutivité radiologique des lésions et l'état clinique auront retenu notre attention. Chez les jeunes sujets dont la cuti-réaction et l'intradermo-réaction se seront montrées négatives, il serait utile de pratiquer la vaccination au B. C. G. avant de les employer à la perforation.

L'essentiel sera donc de ne faire encourir le risque qu'à des sujets indemnes et de prévenir, assez tôt, toute apparition ou toute intrication d'un processus tuberculeux. Visites d'embauche et visites de dépistage seront, là aussi, d'un grand secours.

Silico-tuberculose. — Pour le médecin du travail, diagnostiquer une silico-tuberculose, c'est reconnaître l'*association* silicose et tuberculose.

La silicose, nous l'avons vu, sera diagnostiquée par la radiographie (images au minimum réticulo-micronodulaires).

La tuberculose fera surtout sa preuve par la bacilloscopie ou l'inoculation.

Pour l'expert en matière de pneumoconioses, conclure à une silico-tuberculose, c'est affirmer que la tuberculose est une *complication* de la silicose. Le problème est alors plus complexe : il s'agit d'un problème médico-légal sanctionné ou non par une indemnisation (décrets du 17 novembre 1947 et du 18 octobre 1952).

Article 5 du décret du 18 octobre 1952 : « Les maladies énumérées au tableau de la silicose professionnelle ne donnent pas lieu au paiement, par les organismes de sécurité sociale intéressés, des indemnités et prestations de l'incapacité temporaire. Toutefois, en cas d'hyposystolie ou d'asystolie par insuffisance ventriculaire droite, de tuberculose ou de pneumothorax spontané reconnus comme complications de la silicose... les frais des soins médicaux ou chirurgicaux, les frais pharmaceutiques et

les frais d'hospitalisation sont à la charge de l'organisme qui assure les prestations de l'incapacité temporaire en matière d'accidents du travail ou de maladies professionnelles,... lesdites complications peuvent, lorsqu'elles nécessitent l'interruption du travail, être indemnisées conformément aux dispositions des articles 46 et 63 de la loi du 30 octobre 1946 ».

R. Even (d'autres auteurs pensent différemment) conclut à silico-tuberculose, c'est-à-dire, au point de vue médico-légal, à tuberculose, complication de la silicose chaque fois que ces affections sont signées :

« La silicose par la notion du risque silicogène et des anomalies radiologiques nodulo-micronodulaires. »

(Donc, quand la silicose est déjà à un stade avancé de son évolution et que les images radiologiques ont subi une notable transformation.)

« La tuberculose, par des troubles fonctionnels et généraux appréciables, des anomalies radiologiques de préférence cavitaires, au moins sur les tomographies, et des bacilloscopies positives. »

Comme on le voit, pour parler de silico-tuberculose au sens médico-légal du terme, il ne suffit pas de trouver quelques B. K. dans les crachats d'un mineur dont l'image radiographique pulmonaire présente quelques micronodules récents.

La position prise par Even au sujet de la silico-tuberculose médico-légale ferait que bon nombre de silico-tuberculoses actuellement reconnues seraient indemnisées à tort comme telles et ne seraient justiciables que de la prestation longue maladie pour tuberculose. On peut en déduire un certain intérêt financier : le coût moyen annuel est de 150.000 francs pour un tuberculeux en longue maladie ou en invalidité, et de 250 à 420.000 francs, suivant le salaire, pour le silico-tuberculeux.

Mais cette appréciation doit être laissée à l'expert et ne concerne plus la prévention. Indemniser la silicose ou une

complication de la silicose est une opération survenant, nous semble-t-il, toujours trop tard. Ce n'est que fortuitement, au cours d'une « visite d'embauche » d'un vieux mineur totalisant déjà des années d'exposition au risque, porteur de lésions silicotiques avancées et crachant de nombreux B. K., que ce diagnostic médico-légal, alors évident, pourra être fait par le médecin du travail.

En quelques années, une bonne médecine de prévention devrait aboutir à supprimer de la pathologie professionnelle de semblables diagnostics.

Silicose et insuffisance cardiaque. — Les mêmes considérations médicales et médico-légales seraient à faire pour la « silicose-insuffisance cardiaque », selon que l'insuffisance cardiaque est associée à la silicose ou la complique.

VII. — LÉGISLATION ET PRÉVENTION MÉDICALE DE LA SILICOSE

Décret du 16 octobre 1950, portant règlement d'administration publique en ce qui concerne les mesures particulières de prévention médicale de la silicose professionnelle.

Art. 2 : « Aucun travailleur ne peut être affecté à l'un des travaux visés à l'article premier *(cf.* arrêté du 17 octobre 1950), ni occupé d'une façon habituelle dans les locaux et chantiers où s'effectuent ces travaux, sans une attestation médicale estimant qu'il est apte à les accomplir; aucun travailleur ne doit être maintenu dans ces locaux ou chantiers si cette attestation n'est pas renouvelée tous les ans au moins. Toutefois, cette attestation devra être renouvelée tous les six mois au moins pour les travailleurs affectés à la perforation de roches ayant une teneur élevée en silice libre, dans le percement de tunnels et galeries (front d'attaque ou d'aménagements, enlèvements de déblais)... »

Art. 3 : « Les examens prévus à l'article ci-dessus seront effectués par le médecin du travail ou du service médical

interentreprises ou, s'il n'existe pas, par un médecin désigné par le chef d'entreprise. Ils comporteront un examen clinique complet et un examen radioscopique. »

Art. 4 : « Lors de l'examen d'embauchage, seront écartés des travaux visés, les travailleurs ayant bénéficié de l'indemnité de changement d'emploi... et ceux bénéficiant de la rente pour incapacité permanente. »

Art. 5 : « Un dossier médical sera tenu pour chacun des travailleurs intéressés par le médecin compétent... Ce dossier sera communiqué, sur leur demande, au médecin inspecteur du travail, ainsi qu'au médecin conseil de la Sécurité Sociale. »

Art. 6 : « Un registre spécial, mis constamment à jour et tenu à la disposition de l'inspecteur du travail, mentionne pour chacun des travailleurs :

« 1° Les dates et durées d'absence au moins égales à dix jours pour cause de maladie;

« 2° Les dates des certificats présentés pour justifier ces absences et le nom du médecin qui les a délivrés;

« 3° Les attestations formulées par le médecin compétent;

« 4° Les dates des radiographies pratiquées.

« Ce registre sera également tenu à la disposition du médecin inspecteur du travail, du médecin conseil de la Sécurité Sociale ainsi que du comité d'hygiène et de sécurité ou, à défaut, des délégués du personnel. »

Art. 7 : « Les chefs d'établissements sont tenus d'afficher, dans un endroit apparent des locaux de travail, le nom du médecin chargé de procéder aux examens et le lieu où ces examens seront effectués. »

Art. 9 : « Il est interdit à tout employeur d'occuper ou de continuer à occuper à des travaux visés à l'article premier du présent décret, des travailleurs déclarés inaptes à ces travaux par le médecin compétent, en vertu de l'article 3. Si le travailleur intéressé ou l'employeur contestent les termes de l'attestation délivrée à la suite d'un examen périodique, il peut — dans les quinze jours qui suivent —

recourir au médecin inspecteur du travail... A l'embauchage, l'employeur fera souscrire au travailleur une déclaration précisant que ce dernier n'a pas perçu dans le passé une indemnité de changement d'emploi... ou ne bénéficie pas de la rente d'incapacité permanente... »

Arrêté du 17 octobre 1950, fixant la liste des travaux industriels assujettis au décret du 16 octobre 1950.

Entrent dans cette énumération : « travaux de forage, d'abatage, d'extraction de roches renfermant de la silice libre... ».

Arrêté du 18 octobre 1950 (recommandations médicales dont le texte doit être transcrit en tête du registre spécial prévu à l'article 6 du décret du 16 octobre 1950, concernant la prévention médicale de la silicose professionnelle).

« Visite d'embauchage. — La visite d'embauchage a pour but d'éliminer les prédisposés. Il est généralement admis que :

« - Toute insuffisance respiratoire prédispose à la maladie en ne permettant pas l'arrêt des poussières dans les voies aériennes supérieures et bronchiques, et que toute lésion pulmonaire facilite la fixation de la silice sur le parenchyme;

« - Tout facteur d'hyperventilation d'origine respiratoire ou cardio-vasculaire augmente les risques d'empoussiérage;

« - D'autre part, le risque de silico-tuberculose commande l'élimination des bacillaires confirmés ou suspects.

« Ne devront donc être reconnus aptes que les travailleurs présentant l'intégrité de leurs appareils respiratoires et cardio-vasculaires. »

« Visites périodiques. — Les visites périodiques permettent de dépister la silicose dès son début.

« L'élimination du travailleur du risque silicotique, dès les premières manifestations de la maladie, donne l'espoir de l'avoir soustrait à l'empoussiérage avant que ce dernier

ait été suffisant pour provoquer une marche extensive rapide de la maladie.

« Mais, au stade des premières manifestations de la maladie, le diagnostic est très difficile, car les signes physiques sont à peu près inexistants et les signes fonctionnels peu apparents. Aussi, un cliché radiographique est-il absolument indispensable. L'examen minutieux d'un bon cliché et sa comparaison avec les clichés faits au cours des examens antérieurs seront les meilleurs éléments de diagnostic.

« En cas de doute, il y aura lieu de renouveler l'examen clinique et radiographique à intervalle assez rapproché (trois à six mois), et de comparer le nouveau cliché avec le cliché douteux. »

VIII. — CARACTÈRES GÉNÉRAUX D'UNE BONNE PRÉVENTION MÉDICALE

Spécialisée. — Eliminer à l'embauche un sujet prédisposé, retirer de la galerie un jeune mineur apparemment indemne ou laisser courir le risque à un vieux mineur légèrement atteint sont autant de mesures que seul un médecin du travail connaissant parfaitement la silicose, les mineurs et le travail des chantiers, sera capable de prendre sous sa responsabilité.

La manipulation radiologique et l'interprétation des films sont déjà, semble-t-il, du domaine de la spécialité.

Permanente. — Certains travaux se poursuivent sans discontinuer, et les embauches et visites périodiques s'échelonnent, à un rythme variable, tout au long de l'année. Seul un médecin du travail à temps complet, n'ayant aucun soucis de clientèle, pourra se plier aux exigences des chantiers, se rendre sur les lieux mêmes de travail et organiser la prévention des maladies professionnelles et des accidents du travail.

Tirer, développer, interpréter, comparer et classer les

films radiographiques ne constitue qu'une faible partie des diverses opérations qui concernent la prévention médicale.

Les entreprisces éparses, à personnel peu important, auront intérêt à se grouper en comité interentreprises pour requérir les services permanents d'un médecin du travail.

Générale. — Le caractère nomade de la main-d'œuvre ne devrait pas constituer un obstacle à cette prévention. C'est durant de nombreuses années d'exposition qu'il faudra suivre le mineur dans les divers chantiers.

Le sujet déclaré inapte à la perforation, ou le mineur silicotique retiré de la galerie ne doivent pas être employés au même travail dangereux sur un autre chantier.

Lors de la visite « d'embauche » d'un vieux mineur totalisant des années d'exposition au risque, il serait utile que le médecin du travail ait en sa possession tous les documents médicaux antérieurs concernant le travailleur. Un moyen de liaison entre services médicaux de prévention s'avère donc indispensable.

Le Centre médico-social des chantiers de Luz utilise depuis quelques années une carte de liaison de format réduit que le mineur peut conserver sur lui, et sur laquelle sont notés les dates et les résultats des visites, scopies et graphies périodiques. Elle permet aux entrepreneurs de vérifier l'aptitude du sujet : elle est cochée ou écornée en cas d'inaptitude. Elle est exigible pour être admis en galerie. Quand le mineur quitte une région pour une autre, elle permet la continuité des examens.

Le dossier médical du mineur peut, d'ailleurs, suivre sa nouvelle affectation, à la demande du médecin du nouveau centre de prévention.

C'est donc à l'échelle d'un unique grand chantier qu'il serait nécessaire d'organiser la prévention médicale de la silicose en France... ce n'est encore qu'un vœu.

CONCLUSIONS

Où en est la prévention de la silicose sur les chantiers d'équipement hydroélectrique ?

Le risque, nous l'avons vu, s'étend à tous les chantiers de perforation en terrains variés. Depuis quelques années, des cas de silicose de plus en plus nombreux sont dépistés sur ces chantiers; cela tient, certes, au nombre important d'ouvriers employés aux travaux d'équipement et à la cadence rapide des divers aménagements, mais aussi à l'apparition tardive de la maladie dont les premières images radiologiques ne sont décelées qu'après plusieurs années d'exposition au risque. Les travaux du plan d'électrification de l'Electricité de France ayant commencé en 1946, nous sommes actuellement en pleine période « d'éclosion » de la silicose, la plupart des mineurs totalisant déjà des années de travail en galerie.

Dans le cas de ces chantiers temporaires et dispersés, on ne parlait guère, au début, que d'avancement rapide et de rendement. Le problème de la prévention ne s'est posé qu'au moment des premiers cas de silicose déclarée chez les mineurs au rocher. Peu à peu s'est fait sentir la nécessité d'une prévention.

Nombreux ont été les organismes professionnels, les ingénieurs et les médecins qui se sont préoccupés d'organiser cette prévention.

Le maître de l'œuvre (Electricité de France le plus souvent) n'est pas responsable des moyens de prévention utilisés par les diverses entreprises qu'il emploie. Son service de prévention et de sécurité a pu néanmoins recom-

mander formellement certaines mesures de prévention et de surveillance médicale du personnel. D'autres organismes de liaison et d'enquête ont été créés pour l'étude de la silicose. Les représentants techniques et médicaux de l'O. P. P.B. T. P. (Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics), de la Sécurité Sociale et du Ministère du Travail s'emploient à étudier, uniformiser et contrôler les divers moyens de prévention.

La prévention technique de la silicose, seule prévention réellement efficace et sur laquelle il faut tabler pour supprimer le risque, a fait ces dernières années de notables progrès.

Les mesures collectives : ventilation à sens unique ou combinée, perforation humide, arrosage des déblais et des parois, aérosols de produits mouillants, écrans d'eau, etc. abattent bon nombre de poussières dangereuses. D'autres moyens sont à l'étude et expérimentés en galerie-témoin. Les masques antisilice actuellement employés paraissent efficaces. Malheureusement, peu de mineurs en sont pourvus. Portés aux moment de fort empoussiérage, ils pourraient momentanément suppléer à l'insuffisance des moyens collectifs de prévention.

Malgré tout, le danger demeure et les méthodes de prélèvement qui ont tendance à se standardiser en France, révèlent encore dans les galeries une concentration de poussières dangereuses bien supérieure au seuil arbitraire de nocivité.

Force est donc de recourir à la prévention médicale, méthode passive qui ne peut que constater le mal et éviter son aggravation. Les visites d'embauche, par l'examen clinique, les épreuves fonctionnelles, la radioscopie et la radiographie, permettent de n'envoyer sur le front d'attaque que des sujets non prédisposés, présentant des garanties de résistance naturelle au risque de silicose.

Les visites périodiques, par l'examen radiographique et la comparaison des clichés pulmonaires successifs, permettent le dépistage précoce de la maladie. Compte tenu de la

transformation plus ou moins rapide des images de pré-silicose, de l'évolutivité des lésions et du temps d'exposition, le médecin du travail sera amené parfois à retirer le mineur de la galerie, pour éviter une silicose avancée dont l'évolution pourrait être rapide et mortelle.

Basée presque uniquement sur l'étude radiologique pulmonaire, cette prévention médicale doit être outillée et spécialisée.

La formule du Centre médical interentreprises paraît être la meilleure. Pour s'adapter aux exigences des chantiers et de la main-d'œuvre des travaux publics, cette prévention doit être générale et permanente.

Des améliorations sont à apporter au système des liaisons entre Centres médicaux de prévention des diverses régions. Une carte de liaison, déjà utilisée à Luz (Hautes-Pyrénées), peut, sur un plan régional, rendre de grands services. Mais, en raison du caractère temporaire des travaux et de l'extrême mobilité de la main-d'œuvre, il serait utile de créer sur le plan national un organisme central des travaux publics où les dossiers médicaux et les radiographies des mineurs pourraient être collectés lors de la fermeture des chantiers (et donc du Centre médical de prévention). C'est à cet organisme central que ces mêmes dossiers médicaux pourraient être confiés et demandés à nouveau lorsque le mineur change de chantier ou reprend son travail après une longue interruption.

On éviterait ainsi de multiplier inutilement les examens médicaux et de pratiquer plusieurs fois de suite la « visite d'embauche » de vieux mineurs dont on ignore tout de la morbidité professionnelle.

Quoi qu'il en soit, la prévention de la silicose, telle qu'elle est actuellement conçue sur les plans technique, médical et législatif, permet d'ores et déjà d'éviter les formes graves de silicose chez les mineurs au rocher. Les formes pseudo-tumorales, confluentes ou même nodulaires sont désormais des raretés.

Par le retrait de la galerie en temps opportun, nous pouvons sauvegarder la santé et la capacité de travail du mineur. Cela vaut la peine de persévérer en attendant qu'une technique nouvelle de prévention puisse éviter en galerie toute production de poussières nocives.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu :
Pour le Doyen :
L'Assesseur,
R. SIGALAS.

Vu, bon à imprimer :
Le Président,
P. DERVILLÉE.

Vu et permis d'imprimer :
Bordeaux, le 28 Novembre 1953.
Le Recteur,
E. DELAGE.

BIBLIOGRAPHIE

I. — GÉNÉRALITÉS

Bariéty & Coury, Ch., Le dépistage radiologique systématique des affections du thorax. Masson, édit., Paris, 1952.

Bernard, P., Le ganglion silicotique. Contribution physio-pathologique à l'étude des silicoses pures. Thèse, Toulouse, 1952.

Bessière, Technique pyrénéenne et prévention. Revue de la Caisse Régionale de Sécurité Sociale de Toulouse : *Prévention et Sécurité*, 2e trim. 1952, n° 5.

Bimes, C., Signification morphologique des nodules silicotiques et dualité de la surcharge minérale dans le poumon et le ganglion. *C. R. Assoc. Anat.*, 1950, **61**, 20-23.

Bounhoure & Bimes, C., Recherches sur les pneumoconioses chroniques de l'homme. Masson & Cie, édit., Paris, 1952.

Desoille, H., Cours de Médecine du Travail. Le François, édit., Paris, 1949.

Evans & Zeit, W., Piezoelectric disease a new theory of silicosis. *What'new*, mars 1950.

Jullien, G., Action des poussières industrielles sur les poumons. Recherches expérimentales. *Le Médecin d'usine*, février 1952.

Langelez, La silicose. Masson & Cie, édit., Paris, 1946.

Moret, Précis de géologie. Masson & Cie, édit., Paris, 1947.

Nicod, J.-L., Sans tuberculose, n'y a-t-il vraiment pas de silicose évolutive ? *Presse Méd.*, 1949, n° 3.

Piéchaud, Courbin, Peire & Nappel, Difficulté de l'expertise en matière de silicose. A propos d'une observation. Soc. de Méd. du Travail de Bordeaux, 13 février 1951.

Policard, A., Silicose et tuberculose. *Journ. Méd. franç.*, 1946, **37**, n° 9.

— Lésions fondamentales du poumon dans les pneumoconioses. *Presses Universitaires*, 1948, n° 54.

Raymond, V. & Expilly, P., La silicose dans les travaux publics. *Annales de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux Publics*, juin 1950.

Simonin, C., Précis de Médecine du Travail. Maloine, édit., Paris, 1950.

THALLER, G., La houille blanche. *Presses Universitaires,* 1952, collect. « Que sais-je ? », n° 540.

Commission d'experts de l'I. N. S. et de l'O. P. P. B. T. P., janvier 1950 : La silicose chez les mineurs des travaux publics.

II. — PRÉVENTION TECHNIQUE

BREUIL, Equipement d'une camionnette pour le service médico-social du bâtiment dans un département rural de moyenne importance. *Le Médecin d'usine,* février 1952.

COEILLET, Etude cyclique de la foration percutante. *Rev. Indust. Minérale,* septembre 1951.

DAUTREBANDE, Les aérosols agglutinants dans la lutte contre les poussières. *L'Usine nouvelle,* 1952, n° 49.

DERVILLÉE, L'EPÉE & LAZARINI, A propos de quelques moyens de protection individuelle contre les poussières, gaz et vapeurs dans la région du Sud-Ouest. *Arch. des Mal. Prof.,* 1951, **12,** 343-350.

FABRE, G. & TARA, S., Corps mouillants et parenchyme pulmonaire. *Arch. des Mal. Prof.,* 1951, **12,** 314-316.

FOURESTIER & CHARPENTIER, La ventilation dans les galeries au rocher. *Rev. Indust. Minérale,* 1950, n° 557.

HÉROS, M^me^ & M., & LE LAY, J., L'utilisation de la spectrographie en hygiène industrielle. *Le Médecin d'usine,* janvier 1952.

LAZARINI, Protection individuelle contre poussières, gaz et vapeurs industriels. Thèse, Bordeaux, 1950.

LOISON, Aérage en galerie. *Rev. Indust. Minérale,* 1952, n° 578.

NUSSBAUM, R., Considération sur la silice libre et les silicates de la lithosphère. *Arch. des Mal. Prof.,* 1952, **13,** 69-75.

RAYMOND, V., La conférence de Sydney sur la silicose. *Cahiers des Comités de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics,* 1951, n° 5.

ROGER, E. & WARNER, La prévention des poussières et l'ingénieur des mines. *Rev. Indust. Minérale,* 1949, n° 540.

SAUZÉAT, H., Contrôle et prévention des poussières dans les travaux au rocher. *Rev. Indust. Minérale,* 1950, n° 557.

SCHULTE, K., Aus der Arbeit der Ausschüsse des deutchen Kohlenberg-bauleitung aus der Gebiert der Staub und Silikose-bekämpfung. *Glückauf,* 13 octobre 1951 (Travaux allemands sur les poussières et la silicose). Fiche 87, *Rev. Indust. Minérale,* 1952, n° 578.

III. — PRÉVENTION MÉDICALE

BOUCHARD, A., Remarques sur les aspects médicaux de la silicose sur un chantier des Alpes. *Arch. des Mal. Prof.,* 1951, **12,** 319-321.

Buffard, P., A propos du diagnostic précoce de la silicose. Le point de vue technique radiologique. *Le Médecin d'usine*, décembre 1949.

Carraud, A., Images micronodulaires de la silicose. Thèse méd., Paris, 1945, n° 946.

Champeix, J., Le diagnostic de la silicose dans l'expertise. *Le Médecin d'usine*, 1949, n° 10.

Declerq, Balgairies, Flouquet & Morel, Considérations sur le dépistage radiophotographique des pneumoconioses dans un groupe minier. *Rev. Médicale Minière*, 1949, n° 7.

Even, R., Aspect médico-légal du diagnostic clinique de la silico-tuberculose. Supplément *Presse Médicale*, 1953, n° 25.

— Aspect médico-légal du diagnostic clinique de la silicose. Insuffisance cardiaque. Supplément *Presse Médicale*, 1953, n° 37.

Fabre, A., Enquête sur le risque silicogène dans la région toulousaine. Thèse, Toulouse, 1952.

Faleys, La silicose pulmonaire des mineurs. Classification des images radiologiques, interprétation, évolution. *Journ. Belge de Radiologie*, septembre 1951.

Foubert, Balgairies, Declerq & Massinon, Les calcifications type « Egg-Shell » dans la silicose. *Arch. des Mal. Prof.*, 1952, **13**, n° 3.

Grunwald & Minelli, Silicose précoce dans les tunnels des Alpes. *Arch. des Mal. Prof.*, 1951, **12**, n° 3.

Martin, E., Les pneumoconioses retardées. *Rev. Médicale Minière*, 1949, n° 8.

Policard, A., Silicose et tuberculose. *Journ. Médical Français*, 1946, **37**, n° 9.

Nussbaum, R., Les conditions de la médecine du travail sur les chantiers d'équipement hydroélectrique en haute-montagne et en altitude. *Arch. des Mal. Prof.*, 1951, **12**, n° 5.

— Quelques aspects de la médecine du travail sur les chantiers d'équipement hydroélectrique. *Liaisons sociales*, 1953, n° 283.

IV. — DOCUMENTS DE PREMIÈRE MAIN

Charpentier & Fourestier, Ventilation dans les galeries au rocher, d'après l'expérience acquise sur les chantiers de l'Electricité de France. 5e Bureau International du Travail, décembre 1952.

Expilly, P., Ingénieur Conseil de l'O. P. P. B. T. P., Lutte contre la silicose. Méthodes actuellement possibles en vue de l'obtention d'un chantier de souterrains ne présentant plus de danger au point de vue silicose. Mars 1952.

Nussbaum, R., Instruction et formation professionnelles du personnel au point de vue de la prévention de la silicose sur les chantiers de travaux publics. Rapport au B. I. T., octobre 1952.

Nussbaum, R., Rapports annuels 1951, 1952 du Centre médico-social des chantiers de Luz.

Entreprise Industrielle, Enquête sur la silicose dans les entreprises de travaux publics. 15 décembre 1950.

Laboratoire du Bouchet, Note du laboratoire d'analyse des poussières concernant les prélèvements effectués à l'aide de l'appareil A. R. M. 29 juillet 1952.

Service de Prévention et Sécurité E. D. F., Mesures d'empoussiérage d'une galerie. 20 juin 1952.

— Prévention technique de la silicose. Note de documentation technique E. Q. n° 12, 28 février 1951.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

INTRODUCTION 7

LE RISQUE SILICOGÈNE 10

I. — Généralités 10
a) Caractères des chantiers 10
b) Caractères de la main-d'œuvre 12
c) Généralisation du risque 13

II. — Postes particuliers 15

III. — Les stades de percement 16
Méthode générale de perforation 16

IV. — Incidence de ces divers éléments sur l'empoussiérage. 18

PRÉVENTION TECHNIQUE 21

I. — Généralités 21
a) Dimension des particules nocives 21
b) Granulométrie. Prélèvements 23
c) Seuil de nocivité 26

II. — Prévention. Technique collective 27
a) Lutte contre les poussières à leur formation.. 27
b) Evacuation des poussières de la galerie 29
c) Autres moyens d'abatage des poussières 32
d) Moyens actuellement utilisés sur les chantiers.. 33

III. — Prévention technique individuelle 34

IV. — Prévention biochimique 37

PRÉVENTION MÉDICALE 38

I. — Conditions sociales de la prévention médicale 38
a) Etude de la pyramide des âges 39
b) Etude des temps de présence en galerie 39

Pages

II. — Importance du risque 40

III. — Sélection à l'embauche 41
a) Causes prédisposantes 41
b) Epreuves fonctionnelles 42
c) Fiche de poste 43

IV. — Dépistage précoce 43
a) La clinique 44
b) La radiologie 44
c) Séméiologie radiologique de la silicose 48
d) Classification radiologique 50

V. — Essai d'une doctrine de prévention médicale 53

VI. — Silicose et tuberculose 57

VII. — Législation et prévention médicale de la silicose 60

VIII. — Caractères généraux d'une bonne prévention médicale. 63

Conclusions 65

Bibliographie 69

Bordeaux. — Impr. E. Drouillard, place de la Victoire, 3.